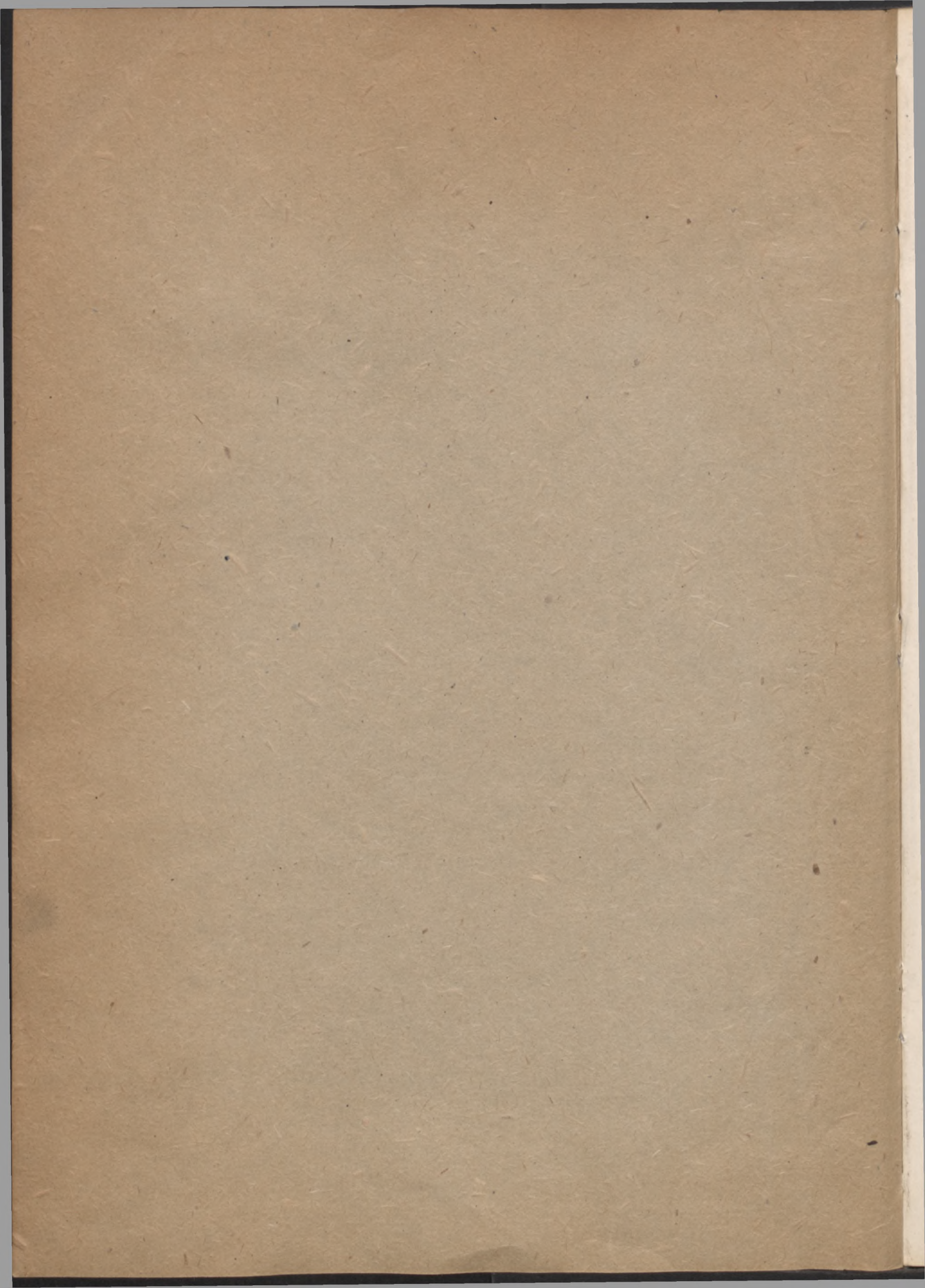
Die
Forstinsekten
Mitteleuropas

Fünfter Band

1942





Die
Forstinsekten Mitteleuropas

Ein Lehr- und Handbuch

von

K. Escherich

Dr. med. et phil., Dr. der Landwirtschaft e. h., Dr. der Bodenkultur e. h.,
o. ö. Professor em. an der Universität München

Fünfter Band

Hymenoptera (Hautflügler) und **Diptera** (Zweiflügler)

Mit 715 Abbildungen und 3 Farbendrucktafeln

1942

Verlag von Paul Parey in Berlin

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen

SW 11, Hedemannstr. 28/30



Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza

Vorwort

Nach dem ursprünglich aufgestellten Plan sollte das Gesamtwerk 4 Bände umfassen, von denen der I. den allgemeinen Teil, der II. die Käfer, der III. die Schmetterlinge und der IV. die übrigen Insekten enthalten sollte. Doch wurde es schon bei der Bearbeitung des III. Bandes fraglich, ob die Beschränkung auf 4 Bände eingehalten werden konnte. In der Zeit nach Erscheinen des II. Bandes (1921) sind große umwälzende Fortschritte auf forstentomologischem Gebiet gemacht worden, die das Gesicht unserer Wissenschaft stark verändert haben: Erstens in bezug auf die Forschungsmethoden, die mehr und mehr von der deskriptiven zur causal-analytischen Richtung übergegangen sind, d. h. sich bei der Behandlung der Schädlings-Gradationen nicht mehr mit der einfachen Beobachtung des Verlaufs derselben begnügten, sondern tiefer in die Ursachen von deren Entstehung einzudringen suchten. Und zweitens in bezug auf die chemische Bekämpfung, die vordem im Forst im großen und ganzen auf den engsten Raum der Pflanzgärten beschränkt war. Diese ist plötzlich zu einem Hauptkampfmittel geworden, als man dazu überging, mit Flugzeugen und Motorverstäubern feinen Giftstaub auf die in den Kronen fressenden Raupen zu bringen. Es ist dies einer der größten Marksteine in der Geschichte der Forstschädlings-Bekämpfung, — vergleichbar etwa mit der Einführung der Antisepsis in der Medizin. Mit einem Schlag verloren die dem Waldbesitz stets drohenden Gefahren der plötzlichen Vernichtung durch Nonne, Eule oder andere Großschädlinge an Wucht und Stärke.

Diesen Momenten mußte im III. Band eingehend Rechnung getragen werden, und so wuchs der Umfang dieses Bandes derart an, daß er nur einen Teil der Schmetterlinge, nämlich die „Kleinschmetterlinge", die Spanner und Eulen aufnehmen konnte. Es sollten nun im IV. Band der Rest der Großschmetterlinge und außerdem die Hymenopteren, Dipteren und Rhynchoten behandelt werden. Ich hatte den Abschnitt über die Nonne bereits in den Grundlagen fertiggestellt, als eine gewaltige Nonnenkatastrophe in Ostpreußen ausbrach. Dieses Ereignis gab Veranlassung zu einer umfassenden Erforschung der Nonnenbiologie, deren Ergebnisse noch nicht abgeschlossen waren.

Unter diesen Umständen hielt ich es für richtiger, die Vollendung des Abschnittes über die Nonne und in der Folge auch die Bearbeitung der noch ausstehenden Schmetterlinge zurückzustellen und dafür mit den übrigen Insekten zu beginnen. Als nun die Dipteren und Hymenopteren fertig waren, stellte sich heraus, daß diese so viel Raum beanspruchten, daß die beiden Gruppen allein einen starken Band füllten. So wurde ich zwangsläufig zu dem Entschluß geführt, aus dem IV. Band zwei Bände zu machen und den V. Band vor dem IV. erscheinen zu lassen.

Vielleicht wird mir der Vorwurf entgegengehalten, daß ich die Bearbeitung der beiden Insektenordnungen zu ausführlich gestaltet habe. Demgegenüber sei darauf hingewiesen, daß sowohl die Zweiflügler als auch die Hautflügler zahlenmäßig einen so großen Anteil an der Waldbiocönose haben, daß ihnen dementsprechend eine nicht geringe Bedeutung in der Aufrechterhaltung des normalen Lebensrhythmus des Waldes zukommen muß. Und wenn wir bei verschiedenen Gruppen noch nicht überall klar bezüglich ihrer Funktionen sehen, so war das ein Grund mehr, auf diese Lücken besonders einzugehen.

Es war gewiß nicht überall leicht, das richtige Maß zu halten bzw. zu finden. So z. B. bei dem für den Forstmann überaus wichtigen Schlupfwespen und Tachinen: Ich habe in diesen Fällen den Hauptwert darauf gelegt, den Leser in die allgemeinen Lebensgewohnheiten und Lebensgesetze dieser an der Erhaltung des biologischen Gleichgewichtes so stark beteiligten Schmarotzer möglichst gründlich einzuführen, und glaube, damit zum Verständnis der interessanten Gruppen mehr beigetragen zu haben, als wenn ich mich weiter in systematische Einzelheiten eingelassen hätte.

Besonderen Wert habe ich wieder auf eine möglichst reiche und instruktive Bebilderung gelegt. Außer drei farbigen Tafeln mit Blattwespen und deren Larven sind dem vorliegenden Band nicht weniger als 715 Textabbildungen beigegeben, von denen viele nach Originalen angefertigt sind. Die sehr klaren und treffenden Zeichnungen stammen von Dr. E. O. Engel (München), die ausgezeichneten Photographien von Oberpräparator H. Schneider. Die Kosten zur Anfertigung der Abbildungen wurden zum großen Teil von Mitteln der Münchener Universitätsgesellschaft, der Einhundertjahresstiftung der Universität München und der Kloepferschen Forststiftung bestritten, wofür auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Ebenso möchte ich der Stifterin meines Porträts, die ungenannt bleiben will, herzlichst danken.

Zu danken habe ich noch allen jenen, die mir in irgendeiner Weise bei der Bearbeitung des V. Bandes behilflich waren, sei es durch Beantwortung von Fragen, durch Überlassung von Vorlagen für Abbildungen, sei es durch Überprüfung einzelner Kapitel des Manuskriptes usw. Von der großen Reihe der Helfer seien folgende genannt, zugleich mit der Bitte, es mir nicht verübeln zu wollen, wenn der eine oder andere aus Versehen in der Liste fehlen sollte: Barnes (London), Bauer (Goslar), H. Bischoff (Berlin), de Fluiter (Holland), Enslin (Fürth i. Bayern), A. Hase (Berlin-Dahlem), H. Hedicke (Berlin), O. Henze (Garmisch-Partenkirchen), E. B. Hoffmeyer (Kopenhagen), K. Gößwald (Berlin-Dahlem), E. Kangas (Helsinki), E. Lindner (Stuttgart), F. Maidl (Wien), K. R. S. Morris (London), H. Prell (Tharandt), K. von Rosen (München), Fr. Scheidter (München-Solln), E. Schimitschek (Wien), E. Stechow (München), P. Steiner (Westeregeln), F. Stellwaag (Geisenheim a. Rh.), M. Thomsen (Kopenhagen), J. Trägårdh (Stockholm), A. von Vietinghoff (Neschwitz), R. Vogel (Stuttgart), G. Wellenstein (Breitenheide), E. Zander (Erlangen), L. Zirngiebl (Kaiserslautern), W. Zwölfer (Freiburg, jetzt München).

Besonderen Dank schulde ich ferner meinen engeren Mitarbeitern im Münchener Institut, die mir Tag für Tag zur Seite standen und jeden Wunsch zu erfüllen suchten und denen keine Arbeit zu viel wurde, wenn es um die Vollendung des Werkes ging. Es sind dies: Dozent Dr. Chr. Hofmann, dem ich viel Anregung verdanke und der sich an der Korrektur beteiligte, Fräulein Berta Führer, die ebenfalls die Korrektur mitübernahm und außerdem sich der mühsamen Arbeit der Herstellung des Registers unterzog, Forstmeister Dr. K. Dauberschmidt, der Dritte im Bunde der Korrektoren, der mir auch bei der Feststellung der Literatur große Dienste leistete und endlich Oberpräparator H. Schneider, der durch seine hohe Kunst des Photographierens sehr viel zur Illustrierung des vorliegenden Bandes beitrug.

Endlich sei des Verlages in Dankbarkeit gedacht, der keine Mühe und Kosten scheute, meinen Wünschen entgegenzukommen und dem es trotz der schwierigen Zeiten gelungen ist, dem V. Band die gleiche vorbildliche Ausstattung zu geben wie dem vorhergegangenen Band.

Wenn die Bearbeitung des V. Bandes wieder eine Reihe von Jahren beansprucht hat, so sei folgendes bemerkt: Es galt, einen ungeheuer reichhaltigen und vielseitigen Stoff zu bewältigen. Um diesen in eine angemessene Form zu bringen und aus ihm einheitliche geschlossene Bilder zu gestalten, genügte es nicht, einfach alles, was in der Literatur zu finden ist, zu registrieren und zu compilieren, sondern es mußte vielmehr der jeweilige Stoff sowohl geistig als auch durch Beobachtung im Freien und Studium von Sammlungen so verarbeitet werden, daß er Leben bekommt und den Autor völlig erfüllt, gleich als gehöre er zu seinem Spezialgebiet. Dann erst wird der Autor in die Lage versetzt, der Darstellung seinerseits Leben zu geben, dessen Hauch auch auf den Leser übergeht.

Ich hoffe, daß mir dies, teilweise wenigstens, gelungen ist, und daß der vorliegende Band dem Forstmann ein brauchbarer Führer sein wird. Er wird ihm vieles vom Leben des Waldes offenbaren, was ihm bisher verborgen geblieben ist. Aber auch dem nicht forstlich interessierten Biologen, Ökologen und Entomologen hoffe ich damit ein nützliches Handbuch geschaffen zu haben, in dem manches zu finden ist, was in anderen Lehrbüchern vergebens gesucht wird und in dem es auch an Anregungen zu neuen Forschungen nicht fehlen dürfte.

Kreuth bei Tegernsee, November 1941

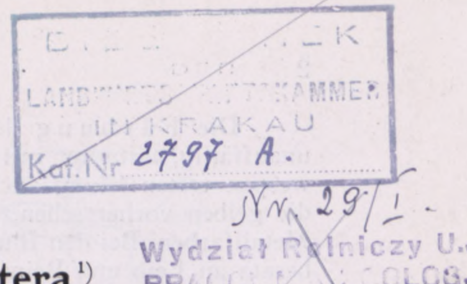
K. Escherich

Inhalt

Berichtigungen

Auf S. 2: Zeile 16 von unten muß „ist" gestrichen werden.
„ S. 17: Zeile 28 von unten ist „*flaviventris*" zu setzen statt *flaventris*.
„ S. 18: Zeile 18 von oben lies „*Acantholyda nemoralis* C. G. Thoms. (*stellata* Christ.)" anstatt „*A. stellata* Christ. (*pratensis* Fabr.)".
„ S. 29, 34 und 42 und bei Abb. 30 muß es heißen „*Xenoschesis*" statt „*Xenochelis*".
„ S. 44: Zeile 21 von unten ist „L ü k e" zu setzen anstatt „L ü c k e".
„ S. 46: Zeile 6 von unten ist „*Holocremnus*" zu setzen anstatt „*Holocremus*".
„ S. 70: Abb. 72 ist bei den einzelnen Figuren von links nach rechts a, b, c zu setzen.
„ S. 79: Zeile 22 von unten ist S c h e d l (1938 c) anstatt (1928) zu setzen.
„ S. 83: Zeile 21 von unten „*pfankuchi*" anstatt „*pfanchuchi*".
„ S. 83: Zeile 26 von unten ist „*basizonius*" anstatt „*basizonicus*" zu setzen.
„ S. 84, 93 und 94 ist „*Achrysocharella*" zu setzen anstatt „*Archysocharella*".
„ S. 93: ist *Tetracampe* zu setzen statt *Tetracampus*.
„ S. 93: „*Closterocerus*" statt „*Clostocerus*".
„ S. 95: Zeile 23 von unten „*Diprion*" anstatt „*Dipiron*".

Auf S. 101: unter 10 lies: „Abb. 95 A h" statt „A i".
„ S. 116: Zeile 5 von unten „Shiperovitsch" anstatt „Shiperovich".
„ S. 123: Zeile 9 von oben „Bourgeois" statt „Bourgois".
„ S. 136: Zeile 7 von unten lies *„abietum* Htg.." anstatt *„abietinus* Christ.".
„ S. 163: Zeile 6 von unten „als" anstatt „also".
„ S. 169: Zeile 19 von unten lies „äußert" statt „äußerr".
„ S. 241: ist im Literaturverzeichnis einzusetzen:
de Fluiter, H. J., 1934, Over de Levenswijze van de Gewone Dennenbladwesp. De levende Natur I u. II.
„ S. 288: Zeile 11 von unten „Stichstelle" statt „Stickstelle".
„ S. 289: Zeile 3 von oben ist einzusetzen: „den Säften scheint".
„ S. 312: Zeile 27 von unten ist am Ende der Zeile „die" zu streichen.
„ S. 317: ist zum Text der Abb. 323 „Anzahl" zu setzen an Stelle von „An-".
„ S. 363: muß es heißen Willimzik, nicht Willimizik.
„ S. 389: Zeile 8 von oben *„Cynips"* statt *„Cynipsis"*.
„ S. 390: Zeile 19 von unten *„Neuroterus"* anstatt *„Neroterus"*.
„ S. 402: ***Andricus sieboldi,*** nicht ***sieboldii.***
„ S. 412: lies *Eucoilinae* statt *Eucoliinae.*
„ S. 415: Zeile 14 von unten „Ross" statt „Roß".
„ S. 525: Abb. 526 *„betulicola"* statt *„beticulicola"*.
„ S. 540: *Contarinia* statt *Contarina.*
„ S. 603: Zeile 4 von oben lies *Homoeodactyla* anstatt *Homoedactyla.*
„ S. 630: Zeile 5 von oben *„Brachyopa"* anstatt *„Brachiopa"*.
„ S. 646 u. 647: ist Chamaemyiide zu setzen statt Chamaemyide.
„ S. 646: Zeile 6 von unten *Lonchaea viridana* statt *viridis.*
„ S. 651: Zeile 5 von unten Kearns statt Kearn.
„ S. 652: lies *Calyptrata* anstatt *Calyptratae.*
„ S. 680: Zeile 9 von oben *„nidicola"* statt *„niticola"*.



Ordnung Hymenoptera[1]

Hautflügler

Die Hymenopteren sind Insekten mit kauenden oder leckenden bzw. saugenden Mundwerkzeugen mit zwei gleichartigen häutigen unbeschuppten Flügelpaaren, von denen die Vorderflügel wesentlich größer sind als die Hinterflügel (Abb. 1), und mit holometaboler Entwicklung (mit freier Puppe). Die Flügel können auch fehlen.

Die in diese Ordnung gehörigen Insekten sind als Blatt-, Holz-, Grab- oder Raubwespen, Hummeln, Bienen und Ameisen allgemein bekannt. Sie sind weit verbreitet, teilweise sehr häufig und in den verschiedensten Biocoenosen mit einem teils recht beträchtlichen Anteil vertreten. Ja, wir könnten uns unsere Landschaft besonders im Frühling und Sommer ohne die blütenbesuchenden, summenden Bienen und Hummeln oder die überall emsig herumjagenden Ameisen kaum vorstellen. Dem Menschen treten sie teils als Feinde (als Pflanzenzerstörer) entgegen, teils aber auch als Freunde bzw. Nützlinge. In letzterer Beziehung sei an die Obstblütenbestäubung durch die Bienen, die Kleebestäubung durch die Hummeln, an die Honig- und Wachserzeugung der Bienen usw. erinnert. Noch weit höher aber ist der indirekte Nutzen anzuschlagen, den die unzähligen Schlupfwespen dadurch stiften, daß sie in unseren schlimmen forstlichen und landwirtschaftlichen Schädlingen parasitieren und so deren Vermehrung niederhalten. In der biologischen Gleichgewichtserhaltung spielen die Schmarotzerwespen die hervorragendste Rolle.



Abb. 1. Ameisenweibchen (*Camponotus herculeanus* L.)

Die Hautflügler sind im allgemeinen mittelgroße bis kleinste Tiere. Als Riesen unter den einheimischen Formen erscheinen schon die Holzwespen und Hummeln. Andererseits sind viele Schlupf- und Gallwespen dagegen wahre Zwerge; ja einige Chalcididen gehören zu den kleinsten überhaupt existierenden Insekten.

[1]) Grundlegende zusammenfassende deutsche Literatur: für Systematik Schmiedeknecht, O., Die Hymenopteren Mitteleuropas. 2. Aufl. Jena, G. Fischer, 1930; für Biologie Bischoff, H., Biologie der Hymenopteren. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1927.

Die Färbung der Hymenopteren ist durchschnittlich dunkel und unauffällig, mitunter mit Metallglanz. Bei den Blatt-, Raub- und Faltenwespen treten häufig auch lebhaftere Farbenzeichnungen auf, unter denen die gelben vorherrschen. Nur die Goldwespen prangen in glänzend hellen Metallfarben. Bei den Blumenbienen ist dichter, mitunter auch bunter Haarbesatz an Leib und Beinen häufig.

Der quere Kopf ist stets dem Prothorax frei angelenkt; die Netzaugen sind, besonders bei den Männchen mancher Arten, sehr groß, die Punktaugen meist in der Dreizahl auf dem Scheitel vorhanden.

Die Fühler zeigen eine verschiedene Entwicklung, sind entweder einfach und dann meist vielgliedrig oder gebrochen, in Schaft und Geißel gegliedert.

Die Mundwerkzeuge sind wesentlich nach dem Typus der kauenden angelegt, und es lassen sich auch bei der abweichendsten Ausbildung deutlich alle typischen Teile an Mittel- und Hinterkiefer nachweisen. Die Vorderkiefer sind stets feste, meist zu Nagewirkung geeignete Zangen, die Mittelkiefer sind durchschnittlich denen der Käfer ähnlich gebaut mit deutlichen Tastern, und die Hinterkiefer verwachsen zu einer ebenfalls deutliche Taster tragenden Unterlippe. Die vier Laden der Hinterkiefer bleiben hierbei, wenn sie auch an der Basis verschmelzen, als lappenartige Fortsätze am Vorderrande der Unterlippe kenntlich. Das aus ihrer Vereinigung gebildete Mittelstück stellt die Zunge (Glossa) dar, die Seitenstücke werden als „Nebenzungen" (Paraglossen) bezeichnet (s. Bd. I, S. 21, Abb. 22).

Bei manchen Formen dienen alle drei Kieferpaare zur Gewinnung von Nahrung. Zum Beispiel zerreißen viele Ameisen mit ihren Vorderkiefern die Insekten, deren Säfte sie dann mit den beiden anderen Kiefernpaaren aufnehmen. Aber in den meisten Gruppen, die während des Imagolebens lediglich auf den Genuß von Pflanzensäften, besonders auf den von den Nektarien der Blumen abgesonderten Honig angewiesen sind, werden die Vorderkiefer vor allem zu Werkzeugen für die Bereitung der Wohnungen, besonders der Brutstätten. Die Gewinnung der Nahrung für die Imago ist dann lediglich den Mittel- und Hinterkiefern übertragen, welche einen in eine Höhlung an der Unterseite des Kopfes zurückziehbaren, nach vorn von der Oberlippe bedeckbaren Apparat bilden; seine Funktion ist ganz unabhängig ist von der Funktion der Vorderkiefer. Bei manchen Blumenbienen, besonders bei der Honigbiene, strecken sich zu diesem Zwecke die Mittel- und Hinterkiefer und legen sich zu einem langen, vorschiebbaren Rüssel zusammen, welcher wirklich Honig zu saugen imstande ist (s. Bd. I, Abb. 22). Zwischen diesen beiden äußersten Gegensätzen finden sich alle möglichen Übergänge.

Vom Brustabschnitt ist der Prothorax in den meisten Fällen sehr kurz und von oben nur wenig sichtbar (Abb. 2 Pr), in selteneren Fällen ist er querrechteckig oder nach vorn halsartig verlängert. Der Mesothorax ist in seinem Rückenteil (Mesonotum) meist leicht gewölbt; nicht selten hat er an den Seiten je eine von vorn nach hinten schräg verlaufende Längsfurche, die Parapsidenfurchen oder Notauli (Abb. 2 p). Die dadurch begrenzten beiden Seitenteile des Mesonotums bezeichnet man als Parapsiden oder Scapulae. Der hintere, durch eine Querfurche abgegrenzte, halbrunde Teil des Mesonotums führt den Namen Schildchen oder Scutellum (Abb. 2 Sc). Dicht hinter dem Schildchen liegt

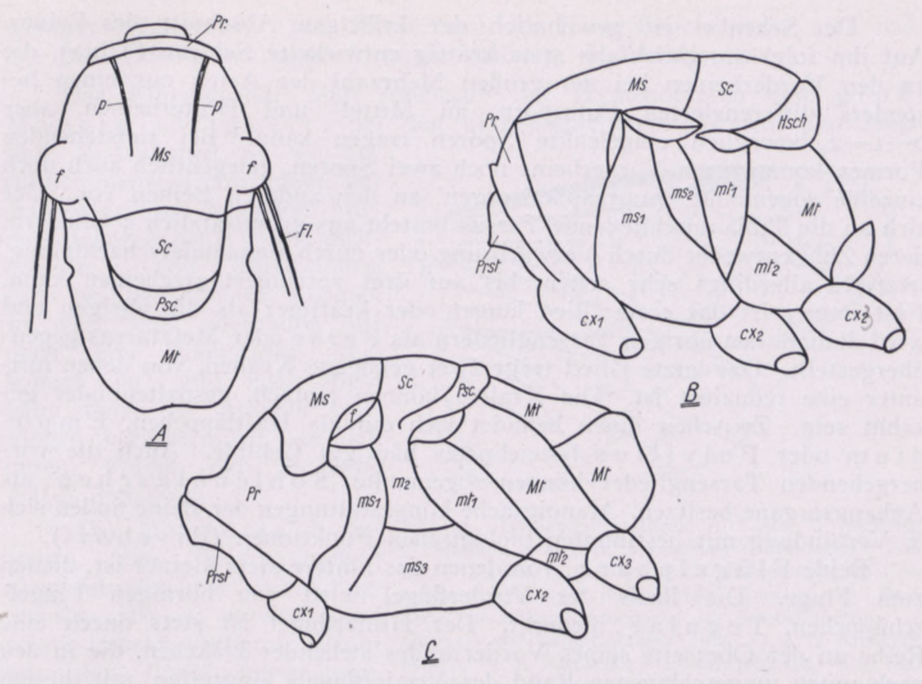


Abb. 2. Thorax eines Hymenopteren. *A* von oben; *B* und *C* von der Seite (von *Vespa* und *Sphex*). Fl Flügel, Ms Mesonotum, Mt Metanotum, Pr Pronotum, Psc Postscutellum, Sc Scutellum; cx Coxen, f Tegulae, ms Mesopleuren, mt Metapleuren, Prst Prosternum. Nach Schmiedeknecht

das Hinterschildchen oder Postscutellum (Abb. 2 Psc). Den auf das letztere folgenden Brustabschnitt bezeichnen wir nach Schmiedeknecht aus praktischen Gründen durchwegs als Metathorax bzw. Metanotum[1]).

Der Bau der Beine ist verhältnismäßig einfach. Auf die mehr oder weniger kugelige oder zapfenförmige Coxa folgt der Trochanter, ein meist kleines Glied, an das sich der Schenkel anschließt. Bei einem großen Teil der Hautflügler ist an der Basis des Schenkels ein besonderes Stück abgeschnürt, das als zweiter Trochanter oder Schenkelschnürring bezeichnet wird[2]).

[1]) Entwicklungsgeschichtlich stellt dieser Abschnitt das 1. Segment des Hinterleibs dar, das während der postembryonalen Entwicklung eine innige Verbindung mit dem Metathorax (d. i. dem Postscutellum) eingeht und so den hinteren Abschluß der Brust bildet (s. Bd. I, S. 27 u. 28). Dieses Stück wird verschiedentlich als Median- oder Mittelsegment bezeichnet. Von manchen Systematikern wird nun dieses als 1. Abdominalsegment gezählt, so daß das frühere erste zum zweiten Hinterleibssegment wurde. Um Konfusion zu vermeiden, haben wir uns auf den Standpunkt Schmiedeknechts gestellt.

[2]) Man hat auf dieses Merkmal hin die Hymenopteren in 2 Hauptgruppen geteilt: in Monotrocha (mit einfachem Trochanter) und in Ditrocha (mit doppeltem Trochanter). Wenn sich nun auch eine so scharfe Trennung nicht durchführen läßt, da es nicht wenige Ausnahmen gibt, so ist das Merkmal im allgemeinen doch recht brauchbar und wird deshalb auch in den systematischen Werken als wichtiges Einteilungsprinzip beibehalten.

Der Schenkel ist gewöhnlich der kräftigste Abschnitt des Beines. Auf ihn folgt die gleichfalls stets kräftig entwickelte Schiene (Tibia), die an den Vorderbeinen bei der großen Mehrzahl der Arten nur einen besonders differenzierten Putzsporn, an Mittel- und Hinterbeinen, aber 0—1—2 beweglich eingelenkte Sporen tragen kann. Bei tiefstehenden Formen kommen am Vorderbeine noch zwei Sporen, gelegentlich auch noch einzelne sogenannte ‚Supraapikalsporen' an den anderen Beinen vor. Der sich an die Tibia anschließende Tarsus besteht aus grundsätzlich 5 Gliedern, deren Zahl entweder durch Verwachsung oder durch Ineinanderschachtelung, letzteres allerdings sehr selten, bis auf drei verringert erscheinen kann. Fast immer ist das erste Glied länger oder kräftiger als die übrigen und wird deshalb den übrigen Tarsengliedern als Ferse oder Metatarsus gegenübergestellt. Das letzte Glied trägt zwei gebogene Krallen, von denen mitunter eine reduziert ist. Die Krallen können einfach, gespalten oder gezähnt sein. Zwischen ihnen befindet sich ein als Haftläppchen, Empodium oder Pulvillus bezeichnetes häutiges Gebilde. Auch die vorhergehenden Tarsenglieder können sogenannte ‚Sohlenbläschen' als Anhangsorgane besitzen. Mannigfache Umgestaltungen der Beine finden sich in Verbindung mit bestimmten biologischen Funktionen (Bischoff).

Beide Flügelpaare, von denen das hintere stets kleiner ist, dienen zum Fluge. Die Basis der Vorderflügel wird von hornigen Flügelschüppchen, Tegulae, bedeckt. Der Hinterflügel ist stets durch eine Reihe an der Oberseite seines Vorderrandes stehender Häkchen, die in den nach unten umgeschlagenen Rand des Vorderflügels eingreifen, mit diesem zu einer einheitlichen festen Flugfläche verbunden. Die Flügel werden in der Ruhe flach auf dem Rücken getragen. Nur bei den *Vespidae* sind die Vorderflügel einmal der Länge nach gefaltet. Bei einigen Familien fehlen die Flügel einem bestimmten Geschlecht, z. B. den Arbeitern der Ameisen oder den ♀♀ der Mutillen. In anderen Fällen fehlen sie beiden Geschlechtern, z. B. manchen Ichneumoniden.

Zur Erläuterung der Bezeichnung des Flügelgeäders geben wir eine schematische Darstellung der Flügel einer Blattwespe (Abb. 3). Den Vorderrand der Flügel nimmt die Costa ein, die in den Vorderflügeln zum Flügelmal (Stigma) anschwillt. Dann folgt die Subcosta; zwischen beiden kann noch eine dünnere Längsader liegen, die Intercostalader. Von der Subcosta entspringt der Radius und Cubitus. Auf die Subcosta folgt der Medius, dann der Brachius und endlich der Humerus. Der Radius umschließt 1 oder 2 Zellen, die Radialzellen, die bisweilen noch eine kleine Anhangszelle haben. Zwischen Radius und Cubitus liegen die Cubitalzellen (2—4), durch die Cubitalquernerven voneinander getrennt. Zwischen Cubitus und Medius liegen die Discoidalzellen, begrenzt von dem Basal- oder Discoidalnerv und den rücklaufenden Nerven. Die zwischen Medius und Brachius gelegenen, durch den Brachialquernerv und die Arealquernerven gelegenen Zellen werden als Brachialfelder bezeichnet; und endlich die zwischen Brachius und Humerus eingeschlossene Zelle stellt die lanzettförmige Zelle (oder das Humeralfeld) dar. Letztere findet sich nur bei den Blatt- und Holzwespen und spielt dort in der Systematik eine bedeutende Rolle. — Das Geäder der Hinterflügel ist durchweg viel einfacher gegliedert und systematisch meist

weniger belangreich. Am Hinterrand des Hinterflügels findet sich nahe der Basis häufig ein lappenförmiger Anhang, der Anallappen.

Das Flügelgeäder zeigt innerhalb der Hymenopteren eine große Mannigfaltigkeit: bei den ursprünglicheren Formen, den Holz- und Blattwespen ist es am vollkommensten entwickelt, bei den parasitisch lebenden Formen dagegen meist stark rückgebildet. Die Rückbildung geht bei den kleinen Formen so weit, daß überhaupt nur noch eine Längsader vorhanden ist; und auch diese kann noch bei einigen Gattungen verschwinden, so daß deren Flügel der Aderung völlig entbehren.

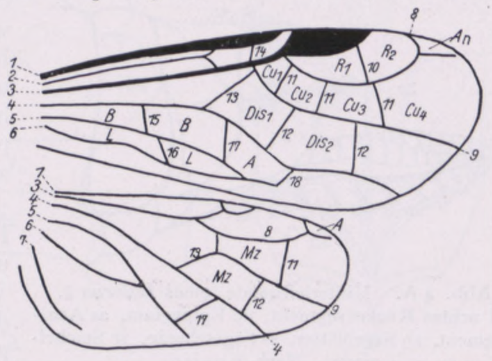


Abb. 3. Hymenopterenflügel. 1 Costa, 2 Intercosta, 3 Subcosta, 4 Medius, 5 Brachius, 6 Humerus, 7 Axillus, 8 Radius, 9 Cubitus, 10 Radialquernerv, 11 Cubitalquernerven, 12 rücklaufende Nerven, 13 Basalnerv, 14 Intercostalquernerv, 15 Brachialquernerv, 16 Quernerv der lanzettförmigen Zelle, 17 u. 18 Arealquernerven. — A Analzelle, B Brachialfeld, Cu_1—Cu_4 Cubitalzellen 1—4, Dis Discoidalzellen, L Lanzettförmige Zelle, R_1—R_2 Radialzelle 1 u. 2, An Anhangszelle, Mz Mittelzelle. Nach Enslin

Der Hinterleib besteht (das Mediansegment nicht mitgerechnet) aus 8 Segmenten. Er ist entweder mit seiner ganzen vorderen Fläche mit der Brust verwachsen, „festsitzend" oder aber „gestielt". Der Stiel kann ganz kurz sein, wie z. B. bei den *Vespa*-Arten — man spricht dann von anhängendem Hinterleib —, oder lang und dünn. Die Form des Hinterleibs kann im Querschnitt rund sein, häufiger ist er jedoch von der Seite oder dorsoventral zusammengedrückt, „komprimiert" oder „deprimiert". Die einzelnen Abdominalsegmente sind teleskopartig ineinandergeschachtelt, wobei der Hinterrand jedes Segmentes über das folgende übergreift. Durch die eingefalteten Intersegmentalhäute besitzt das Abdomen meist eine recht erhebliche Dehnbarkeit. Andererseits kann durch Verwachsungen eine gewisse Starrheit erzielt werden, die gleichzeitig mit einer Reduktion der Segmentalzahl auf 6 und noch weniger einhergeht.

Die Weibchen der meisten Gruppen haben einen Anhang am Hinterleib, welcher aus einer mehr oder weniger langen, zurückziehbaren oder dauernd vorstehenden Röhre besteht. Letztere ist aus mehreren Längsstücken zusammengefügt und von seitlichen Klappen eingeschlossen. Dieses Organ, das bisweilen länger als der ganze Körper sein kann, ist entweder ein Legeapparat, welcher zur Unterbringung der Eier in grünen Pflanzenteilen, in Holz oder in anderen Insekten geeignet ist, oder ein Wehrstachel, welcher zur Verwundung anderer Insekten und zum Schutze dient und dann stets mit einer Giftdrüse in Verbindung steht. Diese letztere ist auch da geblieben, wo der Wehrstachel, wie bei manchen Ameisen, verschwunden ist. Das letzte Hinterleibsegment wird als Analsegment, das letzte Bauchsegment speziell als Hypopygium bezeichnet.

Die Geschlechter können stets durch die Gestalt der äußeren Geschlechtsteile bzw. der letzten Abdominalsegmente unterschieden werden (Abb. 4), zeigen aber außerdem noch häufig mehr oder weniger ausgesprochene sekundäre Geschlechtscharaktere, die sich gewöhnlich in Fühler- und Beinbildung, wohl auch in Statur und Färbung aussprechen, und häufig bei den Weibchen als Anpassungen an die Brutpflege auftreten.

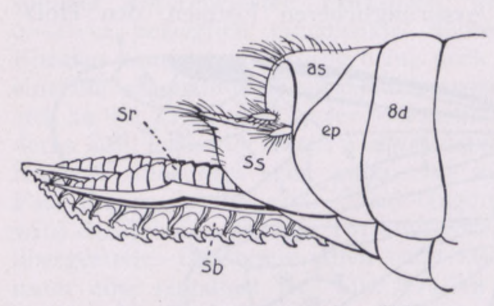


Abb. 4 A. Hinterleibsende eines *Dolerus* ♀. 8d achtes Rückensegment, ep Epipygium, as Analsegment, sb Sägeblätter, ss Sägescheide, sr Stachelrinne. Nach Enslin

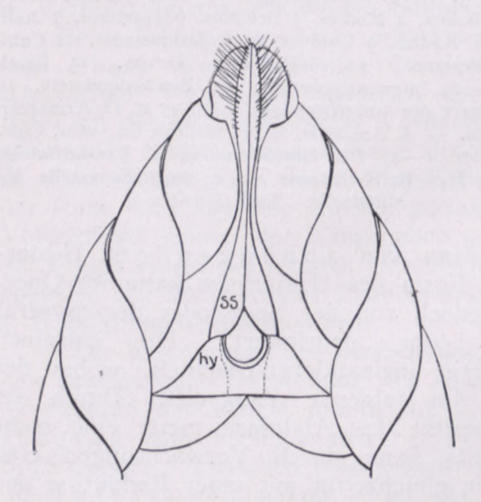


Abb. 4 B. Hinterleibsende eines Tenthrediniden ♀. hy Hypopygium ss Sägescheide. Nach Enslin

Bei den sozial lebenden Hymenopteren, Ameisen, Wespen und Bienen, sind mehrere Weibchenformen vorhanden, von denen das normale fortpflanzungsfähige Weibchen als Königin, die anderen mehr oder weniger verkümmerten ♀♀ als Arbeiter und Soldaten bezeichnet werden, denen der Wohnungsbau, die Brutpflege und der Schutz der Kolonie zufällt.

Unter den Larven kann man drei verschiedene Typen unterscheiden:

1. Die Larven der Blattwespen, die drei Paar Brustfüße und außerdem meistens auch noch eine wechselnde Zahl von Bauchfußpaaren besitzen. Da diese Larven in der Regel bunt gefärbt sind, erinnern sie stark an Schmetterlingsraupen und werden daher auch als „Afterraupen" bezeichnet. Sie lassen sich von den Schmetterlingsraupen leicht unterscheiden, einmal an der Zahl der Bauchfußpaare (bei Schmetterlingsraupen entweder 5 oder 2 Paare, bei den Afterraupen entweder 6 oder 7 oder 8 Paare), ferner daran, daß die Bauchfüße der Afterraupen niemals einen Hakenkranz tragen wie die Bauchfüße der Schmetterlingsraupen, und endlich an der Segmentzahl des zwischen dem letzten Brustfußpaar und dem ersten Bauchfußpaar gelegenen fußlosen Abschnittes: Bei den Schmetterlingsraupen sind stets mindestens zwei Segmente, bei den Afterraupen stets nur ein Segment fußlos (s. Bd. I, S. 165, Abb. 164 A, B u. C). Eine aberrante Form zeigen die Pamphiliiden-Larven, die wohl Brustfüße, aber keine Bauchfüße, sondern nur am letzten Segment ein Paar gegliederte Anhänge haben (s. Abb. 7, S. 12).

2. Die Larven der Holzwespen, die weißlich, weich und augenlos sind, und die nur an den ersten drei Segmenten je ein Paar schwach geringelter Brustfüße besitzen und am letzten Segment mit einem dunkel gefärbten Dorn bewaffnet sind. Sie stellen gewissermaßen den Übergang zwischen dem ersten und folgenden Typ dar.

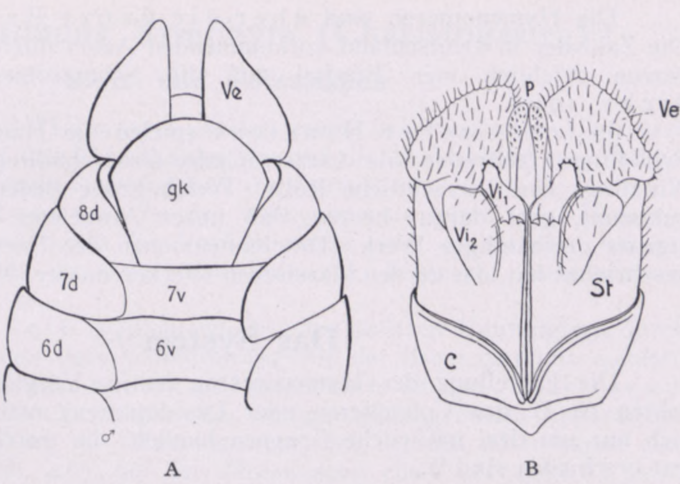


Abb. 5. *A* Hinterleibsende eines ♂ Symphyten. 6 d, 7 d, 8 d, umgeschlagene Platten des sechsten, siebenten und achten Rückensegmentes, 6 v. 7 v, sechste und siebente Bauchplatte, gk Genitalplatte, Ve äußere Haltezangen. — *B* Geschlechtsanhänge eines ♂ Symphyten (*Sirex*). C Cardo, p Penis, Ve und Vi äußere und innere Haltezangen, St Stammstück der Haltezangen. Nach Enslin

3. Die Larven der übrigen Hymenopteren sind in der Hauptsache madenförmig (weißlich, weich, augenlos und beinlos), doch im Gegensatz zu den echten Maden (Dipterenlarven) mit einer gut entwickelten Kopfkapsel mit 3 Paaren von Mundgliedmaßen ausgestattet. Manche parasitisch lebende Larven zeigen während ihrer Entwicklung ausgesprochenen Dimorphismus, entsprechend der Veränderung ihrer Lebensweise, wobei die erste Larvenform einen von den folgenden Stadien völlig abweichenden Habitus aufweisen kann.

Die Puppe ist eine *Pupa libera*, die entweder frei in einer Erdhöhle oder Puppenwiege liegt oder in einen Kokon eingesponnen ist.

Die Entwicklungsdauer ist sehr unterschiedlich und schwankt zwischen 8—10 Tagen (einige Chalcididen) und 5—6 Jahren (Blattwespen). Die lange Dauer ist durch Überliegen des Vorpuppenstadiums veranlaßt. Eine häufige Erscheinung bei den Hymenopteren ist die Parthenogenese, die in allen Formen, also arrhenotok, thelytok und als Heterogonie vorkommt.

Bezüglich der Ernährungsweise gliedern sich die Hautflügler in 2 Gruppen: Pflanzenfresser und Fleischfresser. Die meisten der Pflanzenfresser sind außen auf den Pflanzen, Nadeln oder Blättern anzutreffen, andererseits gibt es aber auch solche, die im Innern vom Pflanzengewebe in lebendem oder totem Holz, in Stengeln, Früchten oder in Gallen leben und endlich solche, die mit einem Vorrat an pflanzlicher Nahrung in Form von Blütenstaub und Honig versehen werden. Unter den Fleischfressern haben wir einerseits zahlreiche echte Schmarotzer (Ento- und Ektoparasiten), andererseits Räuber in der verschiedensten Form. Nach der Art der Ernährung richtet sich auch die Bedeutung der Hymenopteren für die Wirtschaft des Menschen, wie oben bereits angeführt wurde.

Die Hymenopteren sind über die ganze Erde verbreitet. Die Zahl der in Deutschland vorkommenden Arten dürfte 10 000 erreichen, wovon reichlich vier Fünftel auf die Schmarotzer entfallen (Hedicke 1930).

In forstlicher Hinsicht spielen die Hautflügler sowohl als Schädlinge (teilweise als katastrophale Großschädlinge), wie auch als Nützlinge eine beträchtliche Rolle. Welch große Bedeutung den letzteren zukommt, geht daraus hervor, daß unser Altmeister Ratzeburg ein eigenes dreibändiges Werk „Die Ichneumonen der Forstinsekten" darüber geschrieben hat, das zu den klassischen Werken unserer Wissenschaft gehört.

Das System [1]

Die Einteilung der Hymenopteren ist im Vergleich zu anderen Insekten (z. B. den Coleopteren oder Lepidopteren) nicht schwierig, da es sich nur um drei natürliche Gruppen handelt, die durch äußere Merkmale gut geschieden sind [2]).

Die drei Unterordnungen

1 Hinterleib dem Thorax breit ansitzend, an der Basis ohne Stiel oder tiefen Einschnitt, also keine Wespentaille. Vorderflügel mit lanzettförmiger Zelle. Fühler gerade, nie gebrochen. Trochanteren zweigliedrig. Weibchen mit einem umfangreichen Legeapparat, der entweder aus einer Säge oder einem Bohrer mit komplizierter Skulptur besteht. Larven mit 6 Beinen am Thorax, mit oder ohne Abdominalbeine, meist bunt gefärbt („Afterraupen"), doch auch weißlich, dann mit einem unpaaren Enddorn. **I. Symphyta** oder **Chalastogastra** (Blatt- und Holzwespen)

— Hinterleib nicht mit breiter Fläche angewachsen, sondern anhängend, zuweilen lang gestielt, Wespentaille also vorhanden. Vorderflügel ohne lanzettförmige Zelle. Kein sägeartiger Legeapparat. Larven ohne Beine *(Apocrita)* 2

2 Hinterbeine immer mit einem auf den Trochanter folgenden Schenkelschnürring, Trochanteren also zweigliedrig. Der einfach skulptierte Bohrer dient als Legeapparat und ist dementsprechend von verschiedener, oft großer Länge. **II. Terebrantes** (Schlupfwespen und Gallwespen)

— Hinterschenkel ohne Schnürring, Trochanteren also eingliedrig. Fühler mit wenigen, meist 12 oder 13 Gliedern. Der Bohrer dient als Stachel zum Lähmen (Paralysieren) von Beutetieren oder als Waffe. **III. Aculeata** (Ameisen, Wespen, Gold-, Weg- und Grabwespen, Bienen)

---

[1]) Wir folgen hier dem großen Schmiedeknechtschen Werk „Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas". 2. Aufl. Jena 1930.

[2]) Eine Frage könnte allerdings im Anfang beim Bestimmen besonders sehr kleiner Tiere Schwierigkeiten bereiten, nämlich die Frage, ob 1 oder 2 Schenkelringe vorhanden sind. Man merke sich, daß alle die kleinsten Hymenopteren, wie die Chalcididen, Cynipiden usw., zweigliedrige Trochanteren besitzen.

I. Unterordnung Symphyta (Chalastogastra)[1]

Blatt- und Holzwespen

Die Blatt- und Holzwespen weisen einen ursprünglichen Charakter auf, so in bezug auf das Flügelgeäder wie auf die Verbindung von Thorax und Abdomen, als auch in bezug auf die Larven.

Das Flügelgeäder ist das vollkommenste unter allen Hymenopteren, und besonders durch das Vorhandensein einer sogenannten lanzettförmigen Zelle (vom Brachius und Humerus begrenzt) ausgezeichnet (s. oben S. 5, Abb. 3).

Der Hinterleib ist nicht wie bei den anderen Hautflüglern durch eine mehr oder weniger tiefe Einschnürung von der Brust getrennt, sondern geht direkt in einer geraden Linie in die letztere über, ist also festsitzend. Die Weibchen besitzen einen mehr oder weniger umfangreichen Apparat zur Unterbringung der Eier im Pflanzengewebe, der bei den Blattwespen eine „Legesäge" (Abb. 4A), bei den Holzwespen einen „Legebohrer" darstellt. Der Apparat besteht gewöhnlich aus 3 Teilen: einer unpaaren dorsalen Schienenrinne und zwei ventralen Sägeblättern[2]) (Blattwespen) oder Bohrstacheln (Holzwespen), die in jener hin und her bewegt werden können (Abb. 249 bis Abb. 252). Der eigentliche Säge- oder Bohrapparat ist beiderseits ganz oder teilweise von je einer Platte bedeckt, der „Sägescheide"; diese kann an ihrer Spitze kleine plattenartige Erweiterungen zeigen, die dicht mit Borsten besetzt sind: die Bürstenplatten. Die vor der Sägescheide gelegene Bauchplatte wird als Hypopygium bezeichnet (Abb. 4 B hy). Der Legeapparat kann entweder für gewöhnlich in den Hinterleib zurückgezogen sein oder aber er ragt (wie bei den Holzwespen) ständig mehr oder weniger weit vor.

Die männlichen Geschlechtsanhänge bestehen aus einem Basalstück (Cardo), zwei (innere und äußere) Haltezangen, die aus einem gemeinsamen Stammstück entspringen, und dem Penis, der sich aus zwei symmetrischen Stücken zusammensetzt. Der ganze männliche Apparat wird von einer großen Platte, der Genitalplatte (Bauchplatte des 9. bezw. 8. Segmentes) getragen (Abb. 5 B).

Die Brust ist nach dem oben geschilderten Schema gebaut (s. Abb. 2). Eine Besonderheit sind die sogenannten „Rückenkörnchen" oder Cenchri, die als weiße Bläschen neben dem Schildchen bezw. dem Schildchenanhang liegen und die nach Zirngiebl (1937/38) als Orientierungsorgane dienen.

---

[1]) Die für uns wichtigsten zusammenfassenden Werke über die Symphyten sind: Hartig, Th., Die Familien der Blatt- und Holzwespen. Berlin 1837. — Brischke u. Zaddach, Beobachtungen über die Arten der Blatt- und Holzwespen, 1862—1885. — Konow, Fr. W., Systematische Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Chalastogastra. 1901. — Enslin, E., Die *Tenthredinoidea* Mitteleuropas (1914—1917). — Enslin, E., Die Blatt- und Holzwespen (Tenthrediniden) Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands (1914). Wir beziehen uns vor allem im systematischen Teil hauptsächlich auf die beiden letzten von dem besten der heute lebenden Blattwespenkenner stammenden Werke.

[2]) Die Sägen der verschiedenen Arten und Gattungen sind recht verschieden gebaut; eine eingehende Beschreibung der verschiedenen Formen gibt Zirngiebl (1930 u. 1937/38). Sie bilden zum Teil recht gute systematische Unterscheidungsmerkmale.

Die Beine haben einen doppelten Schenkelring und an den Schienen mehrere Sporen, 1—2 am Ende und oft außer diesen noch einige proximal gelegene Supraapicalsporen. Die Tarsen sind meist fünfgliedrig, das 1. Glied meist etwas länger als die folgenden („Ferse"), nur selten stärker (wie bei der Biene) verbreitert. Die Klauen am Endglied sind entweder einfach oder gespalten, oder sie besitzen einen Subapicalzahn (s. Abb. 11 a).

Die Larven gehören dem Typus 1 (Blattwespen) oder dem Typus 2 (Holzwespen) an (s. oben S. 6). Sie sind ausschließlich Pflanzenfresser[1]), die entweder von außen die Blätter oder Nadeln fressen, oder in Gallen leben oder im Pflanzengewebe Gänge fressen. Sehr verbreitet ist bei den freilebenden Blattwespenlarven die sogenannte Schreckstellung: sämtliche beisammensitzende Larven biegen bei Gefahr plötzlich den Hinterkörper wie auf Kommando S-förmig gekrümmt in die Höhe und bleiben entweder eine Zeitlang in dieser Stellung oder bewegen den erhobenen Hinterleib gleichsinnig wie im Takt hin und her, wodurch Schlupfwespen und andere Feinde abgewehrt werden.

Das Überliegen des Vorpuppenstadiums ist bei den Blattwespen eine sehr häufige Erscheinung. Die Verpuppung erfolgt bei den meisten Symphyten in einem festen Kokon, doch gibt es auch solche, die sich frei in einer Erdhöhle verpuppen *(Lyda)* oder in einer Puppenwiege im Holz *(Sirex)*.

Die Symphyten sind von zahlreichen Feinden verfolgt sowohl von der höheren Tierwelt (Vögel und Säugetiere) als besonders auch von seiten der parasitischen Insekten. Es gibt kaum eine andere Insektengruppe, die von so zahlreichen Parasiten befallen wird wie z. B. die Diprionen. Auch die tief im Holz lebenden Siricidenlarven sind nicht sicher vor Angriffen. Die riesigen *Rhyssa*- oder *Thalessa*-Arten verstehen es durch das Holz sie ausfindig zu machen und vermittels ihrer mehrere Zentimeter langen Legebohrer ihre Eier an sie hinzubringen.

Forstlich können die Symphyten recht schädlich werden: Die Blattwespen durch ihren ausgedehnten Blatt- und Nadelfraß — einige Blattwespen gehören zu den forstlichen Großschädlingen —, die Holzwespen dadurch, daß sie das Holz mit Gängen durchziehen und so dasselbe technisch mehr oder weniger stark entwerten.

Systematik

Wir teilen (nach Schmiedeknecht) die Symphyta in 5 Familien ein nach Merkmalen, die im allgemeinen leicht zu erkennen sind:

1 Flügelgeäder reduziert, Vorderflügel mit nur 2 Cubitalzellen. Die Fühler entspringen unterhalb des Clypeus. Das 1. Rückensegment in der Mitte nicht geteilt. Bohrer lang, in das Innere des Hinterleibs einziehbar. Die kleine Familie lebt parasitisch. 5. Fam. **Oryssidae**

— Flügelgeäder nicht reduziert, Vorderflügel mindestens mit 3 Cubitalzellen. Die Fühler entspringen oberhalb des Clypeus zwischen den Augen. Das 1. Rückensegment in der Mitte meist geteilt . . 2

2 Vorderschienen mit 2 wohlentwickelten Endsporen 3

[1]) Nur der auch sonst abweichende *Oryssus* soll parasitisch leben.

— Vorderschienen nur mit einem Endsporn, selten ein zweiter, stark verkümmerter 4

3 Pronotum hinten tief halbkreisförmig ausgeschnitten. Fühler meist 9-gliedrig. Larven raupenähnlich (Afterraupen), mit 6 gegliederten Thorakal- und 12—16 Abdominalbeinen; sie leben meist von Nadeln oder Blättern, seltener in Gallen . . . 2. Fam. **Tenthredinidae**

— Pronotum hinten abgestutzt oder nur schwach ausgerandet. Fühler meist vielgliedrig, borstenförmig. Larven ohne Bauchfüße, Aftersegment mit gegliederten Anhängen . . . 1. Fam. **Pamphiliidae**

4 Pronotum hinten tief ausgeschnitten. Legebohrer weit vorragend. Große Arten. Larve ohne Bauchfüße, mit hornigem Enddorn; leben im Holze . . . . 3. Fam. **Siricidae**

— Pronotum hinten abgestutzt oder höchstens in der Mitte schwach ausgerandet. Schlanke Arten, deren Larven in Halmen oder Zweigen leben; sie haben keinen hornigen Enddorn . . 4. Fam. **Cephidae**

Von diesen fünf Familien werden nur die Pamphiliidae, Tenthredinidae und Siricidae ausführlich behandelt, da sie forstlich recht bedeutungsvoll werden können. Die *Oryssidae* und *Cephidae* werden dagegen als forstlich bedeutungslos nur kurz erwähnt.

1. Fam. Pamphiliidae (Lydidae)

Gespinst-Blattwespen

Die Pamphiliiden sind morphologisch durch eine Reihe sehr charakteristischer Merkmale sowohl der Imagines wie auch der Larven von den übrigen Blattwespen scharf abgegrenzt, so daß ihre Erkennung keine Schwierigkeiten bietet.

Die Imagines sind durch ihren breiten, flachgedrückten Hinterleib und ihre vielgliedrigen (14—36 Glieder) Fühler auffallend. Der Kopf ist gewöhnlich sehr groß, das Pronotum kurz, hinten schwach ausgerandet oder fast abgestutzt, der Mittellappen des Pronotums kurz. Oberlippe verborgen. Clypeus vorne abgestutzt oder abgerundet, nie ausgeschnitten. Vorderflügel mit 2 Radial- und 4 Cubitalzellen (Abb. 6).

Die Larven sind vor allem durch das Fehlen der Bauchfüße ausgezeichnet. Sie besitzen nur die drei Paar verhältnismäßig schwachen Brustfüße, die an Stelle der Klauen in eine gerade Spitze auslaufen. Außerdem trägt das Aftersegment zwei fühlerförmige, dreigliedrige Anhänge und manchmal dorsal noch ein kleines, nach vorne gebogenes Häkchen. Die Fühler sind verhältnismäßig lang, aus 8 Gliedern bestehend (Abb. 7).

Bionomisch ist es vor allem das große, schon beim ersten Stadium vorhandene Spinnvermögen der Larven, das die Pamphiliiden vor den übrigen Blattwespen auszeichnet. Die Ausbildung des Spinnvermögens geht Hand in Hand mit der Reduktion der Beine. Sind doch die schwachen Brustbeine zum Laufen nicht geeignet. Die Larve kann nur durch Herstellung von Gespinsten auf der Unterlage sich fortbewegen. Dies geschieht, wie schon Hartig beobachtet hat, in folgender Weise: „Die Larve legt sich mit dem Rücken gegen die Fläche, auf welcher sie sich fortbewegen will, biegt den Kopf auf die Seite und befestigt einen Seiden-



Abb. 6. *Acantholyda nemoralis* C. G. Thoms. (= *stellata* Christ)



Abb. 7. Larve einer Pamphiliide

faden neben sich, den sie, durch eine Biegung des Kopfes auf die entgegengesetzte Seite über ihre Brust ausspannt, worauf er an dieser Seite ebenfalls festgeklebt wird. Ist der Faden gesponnen, so dient er der Larve als Sprosse einer Strickleiter, indem sie, mit ihren Brustfüßen eingreifend, sich, nicht voll eine Linie weit, dadurch fortzuschieben vermag. Ist dies geschehen, so wird ein neues Querband über die Brust befestigt, und jedesmal dem Körper unter diesem eine kleine Strecke fortgeholfen. Um den Raum eines Zolls zurückzulegen, braucht die Larve zehn bis fünfzehn Querfäden. Daß diese Art des Wandelns nicht bequem ist und nicht rasch vonstatten gehen kann, ist einleuchtend, doch kommt die Larve rascher vom Fleck, als man glauben sollte. Die Larve habe ich einst in einem Zeitraum von zwei Stunden einen Stamm von sieben Fuß Höhe auf diese Weise ersteigen sehen. Beim Aufkriechen ist die Bewegung der Larve vollkommen die eines Matrosen, der eine hängende Strickleiter auf der dem Mast anliegenden Seite ersteigt."

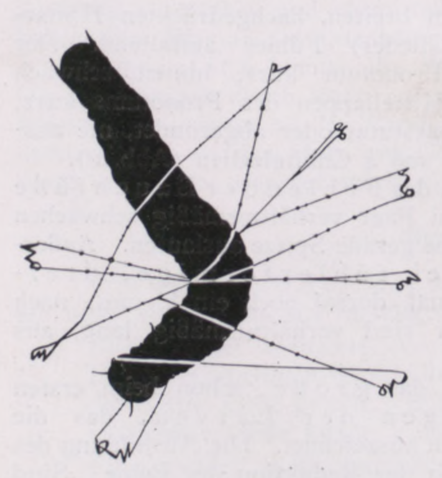


Abb. 8. Eine Pamphiliiden-Larve spinnt sich auf einer Unterlage fest. Nach H. Schulze

Spätere Autoren, wie Oudemans (1893) und H. Schulze (1925) geben ähnliche Beschreibungen über die Fortbewegung mit Hilfe von Gespinstleitern.

Auf der Futterpflanze verfertigen die Larven ein mehr oder weniger ausgedehntes Gespinst. Gleich nach dem Auskriechen spinnt sich die junge Larve auf der Unterlage mit einer Anzahl von Fäden fest (Abb. 8). Dann verspinnt sie auch die einzelnen Querfäden miteinander, so daß allmählich ein Gitterwerk entsteht. Die Larve kriecht nun beim Spinnen weiter und hört erst dann mit dieser Tätigkeit auf, wenn zwischen den versponnenen Pflanzenteilen ein Fadengewirr entstanden ist, in dem sie sich gleichsam frei schwebend bewegen kann, ohne die Blätter oder Nadeln noch berühren

zu müssen (H. Schulze 1925). In diesen Gespinsten bewegen sich die Larven außerordentlich geschickt; in ihnen spielt sich das ganze Ernährungsstadium der Larven ab; niemals verlassen die Larven dasselbe freiwillig. Wenn die Nahrung in der Nähe aufgefressen ist, wird das Gespinst erweitert und auf noch unversehrte Pflanzenteile ausgedehnt oder in der Nähe ein neues Gespinst angelegt. In den Gespinsten finden die Häutungen statt und geschieht auch die Kotablage. Bei verschiedenen Arten bleibt der anfangs grüne und später braune Kot in dem Fadengewirr hängen und sammelt sich in großen Mengen an, so daß braune Säcke entstehen, die das Fraßbild sehr auffällig machen (daher der Name „Kotsack-Gespinstblattwespen"), während bei anderen Arten die Gespinste mehr oder weniger kotfrei sind. Der Kot ist walzenförmig rund, doppelt so lang als breit und von verschiedener Farbe, gewöhnlich grünlich oder gelblich, später braun werdend.

Die Gespinste sind entweder nur von einer Larve oder aber von einer ganzen Anzahl Larven gemeinsam bewohnt, wobei auch im letzteren Fall meist jede Larve eine eigene Röhre hat.

Nicht alle Pamphiliidenlarven machen ausgedehnte Gespinste; die Larven mancher Arten stellen ein Rohr aus dichter papierähnlicher Masse her (*Ceph. arvensis, erythrogastra*), andere leben in Gehäusen, die sie aus dem abgebissenen Rand eines Blattes bereiten, den sie spiralig aufrollen und mit zahlreichen Gespinstfäden zusammenheften. Die meisten lassen hierbei das aufgerollte Blatt stehen (*N. silvatica*, s. unten), während andere den Blattrand abzubeißen scheinen, um sich so ein tragbares Gehäuse aus mehreren Blattstücken zu verfertigen (*Pamphilius inanitus* Vill. an Rosen).

Bemerkenswert ist die große Färbungsverschiedenheit der Larven sowohl in den verschiedenen Stadien als auch bei den verschiedenen Individuen; so können wir bei der gleichen Art „rote, braune, schmutzig grüne, apfelgrüne, braungelbe und zitronengelbe Larven finden.

Ist die Larve ausgewachsen, so hört sie zu fressen auf und hängt einige Zeit „ziemlich teilnahmslos und ohne Bewegung in ihrem Gespinst", wobei sich meist Veränderungen in der Färbung und der Struktur vollziehen. H. Schulze führt die Farbveränderung (bei der von ihr studierten *Neurotoma flaviventris* L. = *clypeata)* darauf zurück, daß sämtlicher Kot aus dem Körper ausgestoßen wird; die Strukturveränderung darauf, daß die Segmentierung deutlicher hervortritt und der Larvenkörper fester wird. Wenn diese Umwandlungen vollzogen sind, läßt sich die Larve zur Erde herabfallen und „kriecht, eine gewisse Aufregung verratend, mit größter Lebhaftigkeit herum; sie wälzt sich jetzt in starken Wellen- und Spiralbewegungen, ähnlich den Fliegenmaden, meist auf dem Bauch vorwärts".

Das Einbohren in die Erde erfolgt, wie H. Schulze bei *N. flaviventris* beobachtet hat, bei manchen Tieren sofort an der Stelle, auf der sie herabgefallen sind. Die meisten Raupen wandern aber noch lebhaft herum, wobei „sie eine außergewöhnliche Erregtheit, die ihr jedes Orientierungsvermögen auf der begangenen Fläche zu nehmen scheint", erkennen läßt. Sie laufen im Kreis herum, über schon durchlaufene Wege, ohne anscheinend zu merken, daß sie hier schon gesucht haben, und so können sich manche Larven ziemlich weit von ihrem Geburts- und Nahrungsort entfernen. Die Mehrzahl jedoch bohrt sich in des letzteren Nähe ein. Der „Suchlauf" bezweckt wohl, eine unebene Stelle am Boden zu finden, wo sie



sich in Anlehnung an eine Erdwand ins Innnere des Bodens zwängen können. Das Einbohren geschieht mit auffälliger Kraft und Schnelligkeit (H. Schulze).

Ein wichtiger Punkt für ein passendes Ruhelager ist der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens. Nach H. Schulzes Versuchen waren die Larven bei sehr trockenen Erdgemischen nicht zu bewegen, sich einzubohren. Lieber blieben sie unbedeckt in der halb zusammengekrümmten Stellung, in der sie in der Erde zu überwintern pflegen, auf dem trockenen Sand liegen. In trockener Erde wird den Larven zuviel eigene Feuchtigkeit entzogen, so daß sie in kurzer Zeit zusammenschrumpfen und zugrunde gehen.

So gut das Spinnvermögen im Larvenstadium während der Ernährungszeit ausgebildet ist, so hört es nach Beendigung des Wachstums völlig auf. Sowohl das Suchen nach einem geeigneten Ruheplatz, als das Einbohren und auch die Verpuppung erfolgt ohne jede Spinntätigkeit. Wenn die sich einbohrende Larve eine gewisse Tiefe, 5—40 cm, je nach der Bodenbeschaffenheit und wohl auch der Art, erreicht hat, bereitet sie ihr Ruhelager, das in einer einfachen ei- oder bohnenförmigen Erdhöhle besteht. In dieser liegt sie frei ohne irgendwelches Gespinst oder Kokon bis zur Verpuppung. Die Ruhezeit währt bei den meisten Exemplaren mehrere Jahre, während welcher die Larven mehr oder weniger unverändert bleiben. Oft, bei manchen Arten in der Regel, findet die Verpuppung erst im Frühjahr des dritten Jahres, also nach 2jährigem Überliegen statt. Die Verpuppungsperiode zieht sich über 1—2 Monate hin. Die Puppenruhe dauert nur wenige Wochen. Nach Parst bestehen (bei *Cephaleia abietis)* Beziehungen zwischen Temperatur und Verpuppung, insofern als während der Verpuppungsperiode die Temperaturmaxima bzw. -minima mit den Puppenprozentmaxima bzw. -minima ungefähr zusammenfallen, wie auf der beistehenden Kurve (Abb. 9) dargestellt ist.

Die Generation ist in vielen Fällen dreijährig. Doch sind Schwankungen in der Entwicklungszeit durchaus nicht selten, und zwar sowohl nach unten als nach oben, so daß also neben der dreijährigen auch eine zweijährige Generation und auch einjährige und andererseits eine vierjährige Generation bei derselben Art vorkommt. Doch gibt es auch Arten, die meist nur eine einjährige Generation zu besitzen scheinen.

Diese Unregelmäßigkeit in der Entwicklungsdauer bedingt eine Unsicherheit in der Prognose, da die Zahl der gefundenen Larven allein nicht genügt auf eine entsprechende Stärke des Schwärmens zu schließen. Hier gibt der Umstand einen guten Anhaltspunkt, daß bei den Larven, die vor der Verpuppung stehen (Pronympha-Stadium), schon längere Zeit (bis mehrere Monate) vor dieser die großen Augen der zukünftigen Puppe bzw. der Imago über den kleinen, nur aus einer Facette bestehenden Larvenaugen als scharf begrenzter ovaler Fleck sichtbar werden. Diese „Puppenaugen" sind durch ihre scharfe Begrenzung so charakteristisch, daß sie mit den nicht selten vorkommenden unscharf conturierten „Wangenflecken" nicht verwechselt werden können. So kann man sich mit Hilfe dieses Merkmals schon einige Monate vor Einsetzen des Schwärmens von der voraussicht-

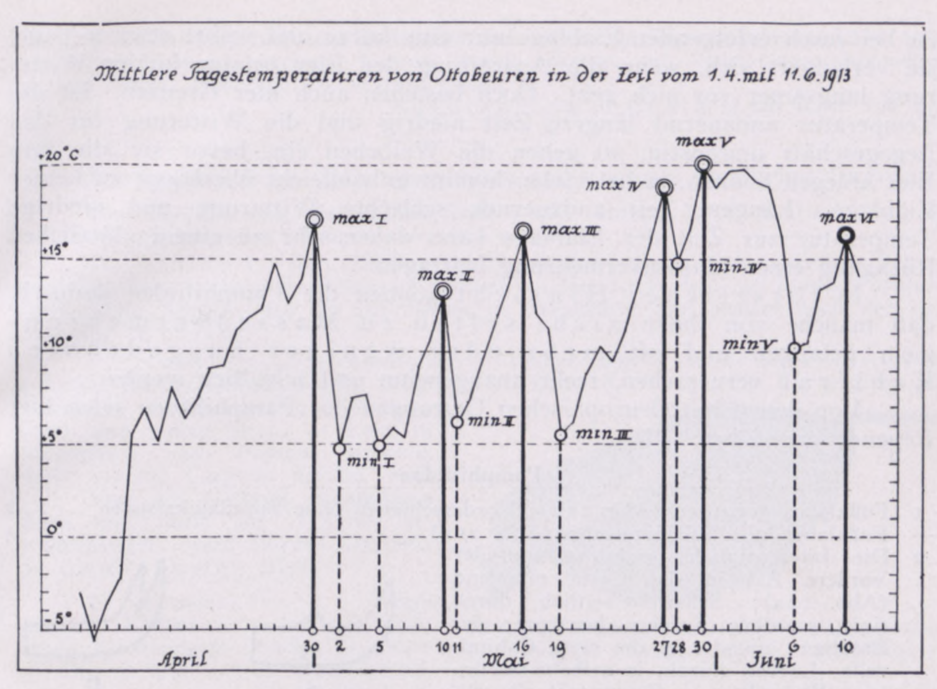


Abb. 9. Beziehungen zwischen Temperatur und Verpuppung. Die Puppenprozentmaxima folgen jeweils den Temperaturmaxima. Nach Parst

lichen Stärke des zu erwartenden Fluges ein ungefähres Bild machen (Scheidter).

Die auskommenden Wespen sind bereits geschlechtsreif und können daher sofort zur Fortpflanzung schreiten. Frühere Autoren nahmen nur eine geringe Eizahl (nämlich 25) an; nach Scheidter ist die Eizahl wesentlich größer: Die Ovarien von *Cephaleia abietis* besitzen nach diesem Autor durchschnittlich je 8 Eiröhren; in jeder derselben werden 6—8, im Durchschnitt 7 Eier gebildet, so daß die Gesamtzahl der Eier eines Weibchens auf etwa 110 Stück zu veranschlagen ist. Scheidter nimmt an, daß dieser Eivorrat in etwa 7 Tagen abgelegt wird, andauernd gute warme Witterung vorausgesetzt. Kühle regnerische verzögert die Ausreifung der Eier und unterbricht das Legegeschäft zeitweise ganz. Die kahn- oder walzenförmigen Eier werden äußerlich an den Nadeln oder Blättern befestigt oder höchstens mit einem kleinen Fortsatz (s. S. 19) versenkt. „Die Lebensdauer der Wespen *(Cephaleia abietis)*

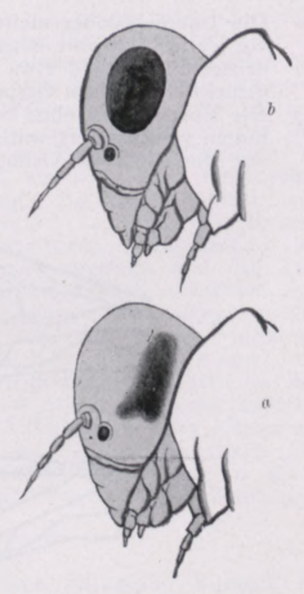


Abb. 10. Larvenkopf von *Cephaleia abietis* L.; a mit sog. „Wangenfleck", b mit „Puppenaugen". Nach Scheidter

ist bei rasch erfolgender Eiablage nur eine kurze und währt etwa 8 Tage, sie verlängert sich, wenn die Ausreifung der Eier infolge kühler Witterung langsamer vor sich geht. Doch bestehen auch hier Grenzen. Ist die Temperatur andauernd längere Zeit niedrig und die Witterung für das Legegeschäft ungünstig, so gehen die Weibchen ein, bevor sie alle ihre Eier ablegen können, ja bei vielen kommt es vielleicht überhaupt zu keiner Eiablage. Längere Zeit andauernde schlechte Witterung und niedrige Temperatur zur Zeit der Eiablage kann daher sehr zu einem plötzlichen Rückgang einer Massenvermehrung beitragen."

In forstlicher Hinsicht können die Pamphiliiden dadurch, daß manche von ihnen nicht selten zu Massenvermehrungen gelangen und oft mehr oder weniger ausgedehnten Kahlfraß verursachen, recht unangenehm und schädlich werden.

Von den 6 mitteleuropäischen Gattungen der Pamphiliiden seien hier folgende angeführt:

Pamphiliidae

1 Fußklauen gespalten (Abb. 11 b); Vorderschienen ohne Supraapikalsporn . . 2

— Fußklauen mit Subapikalzahn (Abb. 11 a) 3

2 Die Intercostalader gegabelt und der vordere Ast in die Costa mündend (Abb. 12 a); Scheitel seitlich durch tiefe, parallele Furchen begrenzt; der Basalnerv mündet in die erste Cubitalzelle; Larven einzeln in selbstverfertigten Blattröhren. Genotype: *P. silvaticus* L. Pamphilius Latr. (*Lyda* F., *Liolyda* Ashm.)

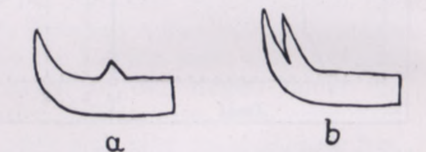


Abb. 11. Fußklauen von Blattwespen; a mit Subapicalzahn, b gespalten. Nach Enslin

— Die Intercostalader meist einfach, in die Subcosta mündend (Abb. 12 b), seltener vor der Spitze mit einem kurzen Ast, der aber dann die Costa nicht erreicht; drittes Fühlerglied etwa dreimal so lang als das vierte; Larven an Laubholz in gemeinschaftlichem Gespinst. Genotype: *N. flaviventris* L. Neurotoma Knw.

3 Die Vordertibien ohne Supraapikalsporn, nur mit zwei Endsporen; Scheitel nach hinten verschmälert, seitlich nur durch feine eingedrückte Linien begrenzt; Larven auf Nadelhölzern. Genotype: *C. arvensis* Panz. . . . Cephaleia Panz.

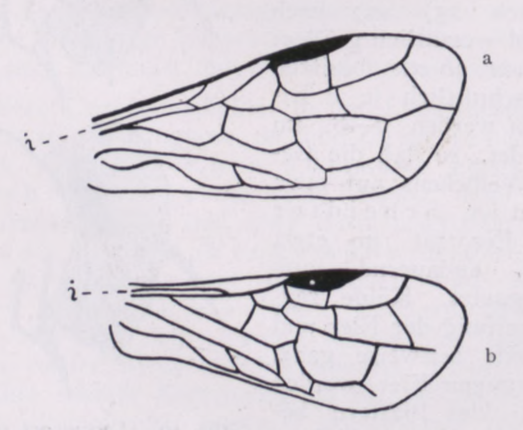


Abb. 12. Flügelgeäder a von *Pamphilius* Latr., b von *Neurotoma* Knw. — i Intercostalader. Nach Enslin



Abb. 13. Tibie und Tarse des Vorderbeins von *Acantholyda* A. Costa. Nach Enslin

— Die Vordertibien außer den Endsporen noch mit einem Supraapikalsporn (Abb. 13); Scheitel wie bei voriger. Larven, soweit bekannt, auf Nadelhölzern, besonders auf *Pinus*. Genotype: *A. erythrocephala* L.

Acantholyda A. Costa (*Lyda* Knw. nec F.)

* * *

Die ersten beiden Gattungen haben nur geringes forstliches Interesse:

Von der Gattung **Pamphilius Latr.** sind einige Laubholztiere zu erwähnen, die bisweilen häufiger auftreten, nämlich:

P. betulae L., eine ziemlich große Art (12—16 mm) mit rotgelben Beinen und rotgelbem schwarz gezeichnetem Körper. — Die Larve lebt auf hohen *Populus*-Arten. Die Angabe, daß sie auf *Betula* in Gespinsten lebe, bedarf noch der Bestätigung (Enslin).

P. silvaticus L. (= *nemorum* F.). Fühler rotgelb, an der Basis oft schwarz gefleckt. Rückenschildchen gelb. Abdomen schwarz. 8—11 mm. Die Larve grün mit dunklem Rückenstreifen, braunem Kopf und gelber Stirn. — Lebt in Blattröhren an *Populus tremula, Salix caprea, Carpinus betulus* usw.



Abb. 14. Blattrolle der Larve von *Pamphilius silvaticus* an *Populus tremula*. Nach Enslin

Von der Gattung **Neurotoma Knw.** sind auch nur 2 Arten erwähnenswert, deren Larven ebenfalls an Laubbäumen leben:

N. nemoralis L. Flügel glashell, Körper schwarz mit weißlichen Zeichnungen. Länge 8—9 mm. — Die grünen Larven leben gesellschaftlich in lockeren Gespinsten an verschiedenen wilden und kultivierten *Prunus*-Arten und sind schon öfter schädlich aufgetreten.

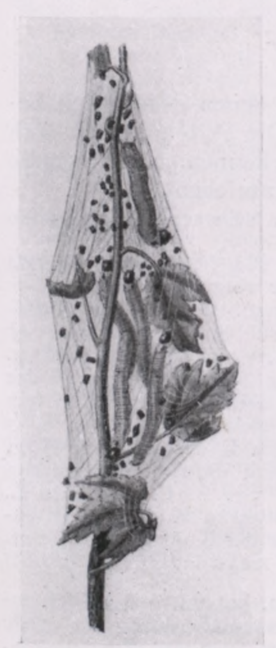


Abb. 15. Gespinst mit Larven von *Neurotoma flaviventris* Retz (= *Lyda clypeata* Klug.) Nach Ratzeburg

N. flaventris Retz. (= *Lyda pyri* Schrank, *Lyda clypeata* Klug). Flügel mit rauchgrauer Querbinde. Abdomen bräunlichrot, im basalen Teil verdunkelt (bei var. *pyri* ist der ganze Hinterleib schwarz), an den Seiten gelb gefleckt. Flugzeit Mai, Juni, das ♀ legt etwa 200 gelbe Eier in Gruppen von 30—60 reihenweise an den Blättern ab. Die gelbe oder rotgelbe, schwarzköpfige Larve lebt gesellschaftlich in Gespinsten an Pomaceen, besonders an *Pirus communis* L. und auch auf *Crataegus*, nicht selten Kahlfraß verursachend. Sind die im Gespinst eingesponnenen Blätter alle verzehrt, so wird das Gespinst erweitert bzw. in der unmittelbaren Nachbarschaft ein neues und größeres Gespinstnest angelegt, und das kann sich mehrmals wiederholen bis die Larven erwachsen sind. Weiteres über die Bionomie dieser Blattwespe ist oben (nach den Beobachtungen von Schulze) mitgeteilt (s. S. 13). Die „gesellige Birnblattwespe", wie diese Art bei den Obstzüchtern genannt wird, tritt in Obstgärten an Birne, Pfirsich und Aprikosen recht schädlich auf. Zur Bekämpfung wird Ausschneiden oder Verbrennen der Nester und Bearbeitung der Baumscheibe (tiefes Umgraben und Ätzkalk) empfohlen, ferner gegen ganz junge Larven Spritzen mit Magen- oder Berührungsgiften.

Weit mehr forstliches Interesse kommt den beiden anderen Gattungen **Cephaleia Panz.** und **Acantholyda A. Costa** zu, deren Larven sämtlich an Nadelhölzern leben.

Übersicht über die Nadelholz-Gespinstblattwespen nach ihrem Vorkommen

An **Fichte**:

Cephaleia abietis L. (= *Lyda hypotrophica* Htg.). Larven gesellig, oft in großer Zahl in Gespinsten, die dicht mit Kot durchsetzt sind. Oft starke Massenvermehrungen mit Kahlfraß.

Cephaleia arvensis Pz. Larven in kurzen glatten braunen Röhren, die in losem schwachem Gespinst sich befinden. Röhren fast kotlos. Bisweilen Kahlfraß verursachend.

Cephaleia erythrogastra Htg. Larven ähnlich wie die der vorigen Art in kotlosen Röhren von dichter papierähnlicher lebhaft rotbrauner Masse. Von den Röhren gehen Gespinstfäden zu den Fraßplätzen.

An **Kiefer**:

Cephaleia reticulata L. Eine seltene Art, die „mit ihren buntfarbigen Flügeln tropischen Formen gleicht". Larve schokolade- oder rötlichbraun, Kopf und Nackenschild dunkel, lebt in langem Kotsack (Ratzeburg). Kommt als forstlicher Schädling nicht in Betracht.

Acantholyda stellata Chr. (*pratensis* F.). In älteren Beständen, Larven in lockeren Gespinsten mit wenig Kot.

Acantholyda erytrocephala L. In Schonungen, besonders auf etwa 10jährigen Kiefern. Larven an vorjährigen Trieben in einem Gespinst, das wenig Kot enthält.

Acantholyda hieroglyphica Christ. (*campestris* F.) Larve meist an 3—4jährigen Kiefernpflanzen, meist einzeln in einem röhren- oder sackförmigen Gespinst, das dicht mit Kot gefüllt ist.

An **Lärche**:

Cephaleia alpina Kl. (*lariciphila* Wachtl). Die rotbraune Larve einzeln in Gespinsten. Nicht häufig.

Cephaleia Pz.

(Lyda Fab. part.)

Die Gattung *Cephaleia* umfaßt 6 Arten [1]), von denen 4 forstlich bedeutsam oder zum mindesten beachtenswert sind. Die Arten stehen sich so nahe, daß es nicht immer leicht ist, sie sicher zu erkennen. Die folgende Tabelle (nach Baer) gibt die hauptsächlichsten Kennzeichen:

1. Fühler schwarz oder braunschwarz. Hinterleib oberseits schwarz, höchstens die Seiten- oder Hinterränder der Segmente gelblich.
C. alpina Kl. (*lariciphila* Wachtl)
— Fühler meist rötlich. Hinterleib meist viel ausgedehnter rotgelb gefärbt.
2. Beim ♀ der Oberkopf hellbraun (mit bleichen Zeichnungen). Beim ♂ der Mittellappen des Mesonotums vollkommen glatt und poliert. Schildchen beim ♂ immer, beim ♀ meist schwarz . . . . C. erythrogastra Htg.
— Beim ♀ der Oberkopf schwarz (gewöhnlich mit gelben Flecken), beim ♂ der Mittellappen des Mesonotums wenigstens an der Spitze fein punktiert oder fein gerunzelt. Schildchen beim ♀ fast immer, beim ♂ oft bleich 3
3. Kopf des ♂ hinter den Augen nur schwach verengt. Beim ♀ der schwarze Kopf und Brustrücken nur sparsam gelb gezeichnet, namentlich die Seitenlappen des Mesonotums meist ganz schwarz . . . . C. abietis L.
— Kopf des ♂ hinter den Augen stark verengt. Der schwarze Kopf und Brustrücken des ♀ meist viel reicher hell gezeichnet, oder aber der Kopf ganz schwarz.
C. arvensis Pz. [2]) (*signata* F.)

---

[1]) Hartig, der erste Bearbeiter unserer Blattwespen, hat unter den Fichten-Cephaleien eine größere Anzahl von Arten unterschieden, veranlaßt durch die große Variabilität der Färbung. Ratzeburg und, was noch mehr sagen will, Zaddach, der sich des Gegenstandes besonders eingehend annahm, waren jedoch geneigt, wiederum zu stark zusammenzuziehen.

[2]) Neuerdings will Conde (1937) *arvensis* Pz. als Synonym zu *abietis* L. stellen. Wenn wir jedoch neben den allerdings stark variablen morphologischen Merkmalen die bionomischen Verschiedenheiten der beiden Arten berücksichtigen, so kann kaum ein Zweifel bestehen, daß es sich um zwei verschiedene Arten handelt.

Cephaleia abietis L.

(= *Lyda hypotrophica* Htg.)

Gemeine Fichtengespinstblattwespe

Imago: Die größte und kräftigste der hier genannten Arten (11—14 mm) mit dem breitesten und dicksten Kopf (besonders beim ♂). Kopf und Thorax zum





a *b*

Abb. 16. *Cephaleia abietis* L. a Männchen, b Weibchen. $1^3/_4$ nat. Größe. Nach Parst

größten Teil schwarz; gelb sind der Vorderrand des Clypeus, ein Wangenfleck an der Innenseite der Augen, ein Hinterrandstreif des Kopfes, der Rand des Pronotums, die Tegulae, ein Doppelfleck des Mittellappens, Schildchen und Hinterschildchen. Hinterleib rotgelb, beim ♀ nur das 1. Rückensegment, beim ♂ auch noch einige der folgenden Segmente an der Basis schwarz. Fühler rötlichgelb, beim ♀ das 1. Glied meist geschwärzt. Beine rotgelb, die Coxen, beim ♀ auch die Trochanteren und die Basis der Schenkel schwarz. Flügel gegen die Spitze zu leicht grau. Die Färbung ist ziemlich konstant, wenn auch verschiedentlich Abänderungen vorkommen; so kann die schwarze Färbung des Hinterleibs ausgedehnter sein (var. *Klugi* Htg.); mitunter kommen auch Stücke mit einfarbig schwarzem Kopf und Thorax vor. — Der Oberkopf ist stark und nicht sehr dicht punktiert, das Gesicht gerunzelt. Fühler mit 22—28 Gliedern, das 3. Glied so lang wie die beiden folgenden zusammen.

Larve: Schmutzig graugrün, mit drei verwaschenen dunkleren bräunlichen Längsstreifen auf der Ober- und einem auf der Unterseite. Letztes Segment auf der Unterseite mit einem schwarzen Längsstrich (Unterschiede gegenüber der folgenden Art). Kopf, Fühlerglieder, Nackenschild, die beiden Seitenschilder der Vorderbrust, die Glieder der Füße und Nachschieber, sowie die festeren Teile der beiden Schwanzschilder glänzend schwarz. Die Färbung ändert sich während des Larvenlebens verschiedentlich. Besonders nach der letzten Häutung: die schwarzen Teile werden braunrot, und die graugrüne Grundfarbe geht entweder in ein schönes Grün über oder in ein lebhaftes Goldgelb. Die gelben Larven machen etwa 10 % aus. Fühler 8gliedrig, bei den jungen frisch geschlüpften Larven gedrungen (3.—5. Glied fast breiter als lang), bei den erwachsenen dagegen schlank (3.—5. Glied doppelt so lang als breit).

Eier: Walzenförmig mit gerundeten Endflächen. Jung: 1,7 × 0,7 mm, dunkelgrün; schlüpfreif: 2,3 mal 1,1 mm, hellgraugrün.

Puppe: Ebenso wie die Larven grün oder goldgelb gefärbt. Das Anal-

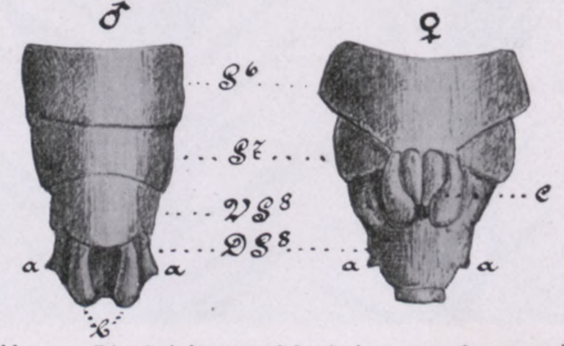


Abb. 17. Die drei letzten Abdominalsegmente der ♂ und ♀ Puppe von *Cephaleia abietis* L., von der Unterseite (8/1). S^6 und S^7 = 6. u. 7. Segment, VS^8 u. DS^8 = Ventral- und Dorsalplatte des 8. Segmentes, a Cerci, b Hüllen der Haltezangen des ♂, c Hüllen der Sägeblätter und Sägescheiden des ♀. Nach Baer

segment der ♂ Puppe besteht aus einer Dorsalplatte mit winzigen Cerci und einer großen Ventralplatte, die zusammen eine Tasche bilden, aus der die Haltezangen des Geschlechtsapparates hervorragen. Das Analsegment der ♀ Puppe besteht nur aus der Dorsalplatte, während die Ventralseite ein äußeres und inneres Paar von Längswülsten, die Hüllen der Sägescheiden und Sägeblätter zeigt. Auch das 6. und 7. Abdominalsegment zeigen in den beiden Geschlechtern deutliche Unterschiede (Abb. 17).

Von den Fichtengespinstblattwespen ist *C. abietis* die häufigste und forstlich wichtigste. Sie zeichnet sich durch ihre ausgesprochen gesellige Lebensweise im Larvenstadium besonders aus.

Bionomie

Die Schwärmzeit der Wespe erstreckt sich von Mitte April bis etwa Mitte Juni. In rauheren Gegenden scheint die erste Hälfte des Monats Juni die Hauptschwärmzeit zu sein. Vereinzelt werden schwärmende Tiere schon Ende März angetroffen, vor allem ♂♂, die etwa 8 Tage früher als die ♀♀ erscheinen und diesen gegenüber in der starken Überzahl sind. Andererseits können auch noch im Juli und sogar August schwärmende Wespen vorkommen (Parst). Das Schwärmen macht sich besonders an warmen und vor allem sonnigen Tagen bemerkbar, während bei nasser kühler Witterung die Wespen sich verkriechen oder träge an den Stämmen sitzen. An kalten trüben oder regnerischen Tagen hält es schwer, nur einige fliegende Exemplare zu entdecken; bei steigender Temperatur und Sonnenschein beginnen jedoch die Wespen alsbald, etwa von 9 Uhr vormittags an ihren Flug und setzen denselben an heißen Junitagen lebhaft bis abends 9 Uhr fort. Dichte Massen von ♂♂ am Boden oder in der Krone deuten immer auf Anwesenheit von ♀♀ hin. Die ♂♂ sind entschieden flugtüchtiger als die ♀♀, die sich mehr laufend bewegen; doch werden an warmen Tagen auch die ♀♀ recht beweglich. In der Hauptsache schwärmen die ♂♂ niedrig um Reisighaufen, Stöcke usw., wo gewöhnlich die Begattung stattfindet.



Abb. 18. Mit Eiern von *Cephaleia abietis* L. belegte Fichtenzweige (3/2). Nach Baer

Die befruchteten ♀♀ begeben sich in die Krone, um dort ihre Eier abzulegen. Zur Eiablage „krümmt das ♀ den flachen Hinterleib stark nach unten, drückt zunächst eine schwarze Schmiere hervor, um damit die gewählte Nadel längere Zeit einzureiben und läßt

schließlich vor dem Austreten des Eies arbeitende Bewegungen der Legesäge erkennen" (Baer 1903).

Die Eier werden fast nur an vorjährigen Nadeln abgelegt (sehr selten an denen des Maitriebes), und zwar in Gelegen von 4—12 Stück, die auf den 4 Flächen der Nadel in meist gleicher Höhe in der Spitzenhälfte befestigt sind. Solche die Nadel umgebende aus je 4 Eiern bestehende Ringe können zu mehreren, bis 3, dicht aneinandergereiht sein (Abb. 18). Kleinere Gelege aus 6 oder 8 Eiern, oder auch solche, die 12 überschreiten, sind keine Seltenheiten. Im ganzen werden rund 100 bis 120 Eier abgelegt (s. S. 15).

Die Eier werden nicht einfach angeklebt, sondern folgendermaßen mit der Nadel fester verbunden: Das ♀ macht mit seiner im Verhältnis zu anderen Blattwespen dürftigen Sägeeinrichtung einen kleinen Längsritz von 0,1—0,2 mm in die Nadel. Und in diesen winzigen Ritz ragt eine kleine Hervorwölbung hinein, die sich in der Mitte der ganz schwach concaven Seite des Eies befindet (Abb. 19). Nur hier an dieser kleinen Stelle haftet das Ei fest an der Nadel, und zwar so fest, daß es nicht gelingt, ein Ei oder eine leere Eischale von der Nadel abzutrennen, ohne den in den Spalt hineinragenden Teil abzureißen (Baer). So hat also die Legesäge trotz ihrer starken Rückbildung doch eine Funktion, und zwar eine nicht unwichtige. Ob diese Art der Verbindung von Ei und Nadel mit dem Wachstum des Eies während der Embryonalentwicklung in Zusammenhang zu bringen ist, bedarf noch der Klärung.

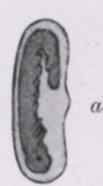


Abb. 19. Embryoniertes Ei von *Cephaleia abietis* L. (11/1). a Fortsatz, der in den kleinen Nadelschlitz hineinragt. Nach Baer

Sämtliche Eier sind so orientiert, daß der Kopf des Embryos nach der Spitze der Nadel gerichtet ist, und so zeigen sich auch die nach dem Ausschlüpfen der Larven zurückbleibenden zarten Eihüllen ausnahmslos an dem der Nadelspitze zugekehrten Ende aufgeschlitzt. Die jungen Lärvchen begeben sich an den Zweigen basalwärts und finden sich hier je nach der Menge der belegten Nadeln zu kleineren oder größeren Gesellschaften zusammen, wo sie sofort mit der Herstellung von Gespinsten beginnen. In ihnen leben sie gesellig in verschiedener Zahl (je nach der Eizahl der Gelege), von ihnen aus werden die Nadeln geholt und gefressen, in ihnen finden die Häutungen statt und in ihnen sammelt sich auch der zunächst graugrüne Kot an. Durch Verschmelzung mit benachbarten Gesellschaften können die Gespinste einen immer größeren Umfang annehmen. Schließlich entstehen große Ballen oder Würste, die dicht mit dem sich allmählich braunfärbenden Kot gefüllt sind, die Astgabeln ausfüllend oder die Äste streckenweise umgebend oder als braune Kotsäcke herabhängend (Abb. 20 u. 21). Innerhalb der großen Säcke hat jede Larve ihre eigene Gespinströhre, von der aus sie die einzelnen Nadeln abbeißt, um sie dann in ihr zu verzehren.

Die Fraßperiode währt rund 6—8 Wochen; der Fraß rückt von oben nach unten vor. Befressen werden in erster Linie die älteren vorjährigen Nadeln, die jungen Nadeln nur, wenn die älteren auf-

gezehrt sind. Die Knospen bleiben in der Regel gänzlich verschont. Bei Massenvermehrungen kann nahezu Kahlfraß



Abb. 20. Kotsäcke und Fraß von *Cephaleia abietis* L. (Verkleinert.) Man beachte die erhaltenen Nadeln der Maitriebe. Nach Parst

eintreten; ein solcher stark befressener Bestand macht, namentlich wenn die Sonne auf die roten Kotsäcke scheint, einen „geradezu abschreckenden Eindruck".



Abb. 21. Kotsäcke und Fraß von *Cephaleia abietis* L. (1/1). Nach Parst (phot. Scheidter)

Nitsche (1888 a) gibt eine sehr anschauliche Schilderung von dem Fraßbild im Forstamt Geyer (Erzgebirge): Auf der eigentlichen Fraßfläche war nesterweise ungefähr der 8.—10. Teil der starken 60—80jährigen Stämme so intensiv befressen, daß sie bei oberflächlicher Betrachtung völlig rot erschienen. Die Kotgespinste hingen in dicken schweren Ballen an den entnadelten Ästen. Eine genaue Betrachtung zeigte aber, daß meist nur die vorjährigen Nadeln befressen und in vielen Fällen die heurigen Triebe noch nicht angegangen waren. Desgleichen waren vielfach die unteren Zweige noch grün. Ein recht charakteristischer Stamm von 13 m Höhe, der gefällt wurde, zeigte, daß der Gipfeltrieb verschont, die obersten Quirle vollständig kahlgefressen, die nächst unteren 4 Quirle nur an den älteren Teilen befressen, die heurigen Triebe aber ganz verschont waren; während an den noch tiefer liegenden Quirlen nur ganz vereinzelter Fraß vorkam.



a



b

Abb. 22. Erwachsene Larve von *Cephaleia abietis* L. a aus dem Gespinst genommen, b in der Verpuppungshöhle. Stark vergrößert. Nach Parst (phot. Scheidter)

Gewöhnlich Ende August (vereinzelt auch noch wesentlich später) nach der letzten Häutung verlieren die Larven ihr Spinnvermögen und verändern außerdem in verschiedener Beziehung das Aussehen. Ihre Färbung ist jetzt entweder grün oder schön goldgelb, und zwar in der Regel in einem annähernd konstanten Verhältnis, ungefähr wie 90 : 10.

Die Annahme, daß die Verschiedenheit der Färbung mit dem Geschlecht zusammenhänge, hat schon Lang durch Zuchtversuche als irrig nachgewiesen, und alle späteren Beobachter haben seine Ergebnisse bestätigt. Es genügt ja eine einfache Puppenuntersuchung, um sich zu überzeugen, daß die Färbung mit dem Geschlecht gar nichts zu tun hat bzw. daß sowohl grüne als gelbe ♀♀- wie auch ♂♂-Puppen vorkommen; denn die nach der letzten Häutung entstandene Färbung bleibt während der ganzen Ruhezeit der Larve und auch während der Puppenzeit unverändert die gleiche (Baer 1903).

Die ausgewachsene Larve läßt sich zu Boden fallen, bohrt sich nach einigem Suchen (s. S. 11) in den Boden ein und fertigt in verschiedener Tiefe dort eine ovale Höhle, deren Wänden durch Sekret einige Festigkeit gegeben wird. In dieser Höhle bleibt die Larve in hakenförmig gekrümmter Stellung (Abb. 22) verschieden lang liegen, um sich nach zwei oder drei Jahren im Frühjahr zu verpuppen. Von welchen Faktoren die Zeitdauer der Ruheperiode („Überliegen") bestimmt wird, ist uns bis heute völlig verschlossen. Die Verpuppung bereitet sich schon längere Zeit (mehrere Wochen bis Monate) vorher vor, wie aus dem Auftreten der „Puppenaugen" hervorgeht (s. S. 12). Die Puppenruhe selbst ist nur sehr kurz und währt etwa 2—3 Wochen.

C. abietis hat ihre eigentliche Heimat in Gebirgen oder wenigstens in höher gelegenen Orten, wo sie auch am ehesten zu Massenvermehrungen gelangt. Bevorzugt werden 60—90jährige Fichten, doch werden auch jüngere Bäume angenommen (Hartig hat die Art an „zwanzigjährigen kränkelnden Rottannen" entdeckt) und bei starkem Fraß werden auch junge Pflanzen in benachbarten Kulturen nicht verschont.

Gradation

Die Fichtengespinstblattwespe neigt stark zu Massenvermehrungen, wie aus den zahlreichen Angaben in der forstlichen Literatur hervorgeht. Größere Gradationen mit starken Fraßfolgen werden angeführt aus Schlesien 1880—1886, Sachsen, Stadtwald Geyer 1884 und 1887 (Nitsche), aus dem bayerischen Fichtelgebirge 1890—1896 (Lang), dem Böhmerwald 1892/93, im Revier Nassau in Sachsen 1900 bis 1902 (Baer), aus Württemberg 1911—1913 (Sihler), aus Schwaben, Roggenburger Forst 1911—1913 (Parst), 1917—1918 aus Westfalen (Krauße 1921).

Um von dem Verlauf einer *Cephaleia abietis*-Gradation ein Bild zu geben, seien zunächst einige charakteristische Beispiele aus der Geschichte der Kalamitäten angeführt:

Gradation im Fichtelgebirge (Oberfranken) während der Jahre 1890–96

Über diese Gradation gibt Gg. Lang in einer Reihe von Aufsätzen eine sehr anschauliche Schilderung (1893, 1894, 1895 u. 1897). 1890 wurde im Juli der Fraß zum erstenmal beobachtet, und zwar in den Forstämtern Bischofsgrün und Goldkronach, vorzugsweise auf höheren Lagen in 60—90jährigen, zumeist durch Wind- und Schneebruch gelichteten Fichtenbeständen. Die Larven sind im August in auffallender Menge zu Boden gekommen. Fraß nesterweise, nur an einzelnen Stämmen in den mittleren und unteren Teilen der Krone Kahlfraß; die Mehrzahl der Stämme zeigten starken bis sehr starken Lichtfraß.

1891 wurde im Frühjahr ein ausgedehntes Probesuchen durchgeführt mit dem Ergebnis: auf einer Gesamtfläche von 700 ha ein Belegungsstand von mehr als 300 *Lyda*-Larven je Quadratmeter. Nur ganz wenig Puppen (rund 0,3 % der Zahl der Larven). Tachinose 2 %, vereinzelte Schlupfwespen *(Exetastes)*, 8—10 % sonstige Erkrankungen (Bakteriosen usw.).

1892. Das Probesuchen im Frühjahr ergab eine „erheblich, auf nahezu 50 % des vorjährigen Belegstandes zu veranschlagende Abminderung durch Parasiten und Krankheiten (Tachinose 6 %, *Exetastes* 14 %)". Andererseits ein rasches aber ungleiches Fortschreiten der Verpuppung, 3 %—43 % Puppen je nach der Örtlichkeit. Gesamte Befallsfläche rund 800 ha. Verpuppung fällt in die Monate April, Mai; einzelne Puppen wurden schon im Februar im gefrorenen Boden gefunden. — Starkes Schwärmen Mai bis Juni. Eiablage bis Ende Juni. Als Feinde der Wespen wurde die rote Waldameise, *Formica rufa*, beobachtet. Zur Bekämpfung wurde der Leimring angewendet mit gutem Erfolg.

1893. Es wird die Feststellung gemacht, daß auf streufreien Bestandsflächen die Verpuppung regelmäßiger stattfindet als auf mit Beerkraut, Moos und Heide überzogenem Boden. Puppenzahl stellenweise nur 25 % des Larvenbelags im Sommer 1892. Wohl teilweise auf Vertrocknen der Larven und weiterem Überliegen beruhend. — Probesuchen ergab eine Ausweitung der Gesamtbefallsfläche von 800 ha (im Jahr 1892) auf 1630 ha. — Starkes Auftreten der Kamelhalsfliege *(Raphidia)*.

1894. Starker Rückgang des Belegstandes an überliegenden Larven, besonders der hohen Belegklassen (über 100 Larven und 50—100 Larven je Quadratmeter). Die Abminderung ist durchschnittlich auf 70 % zu veranschlagen. Das Absterben der Larven wird auf Parasiten, Krankheiten und Vertrocknen zurückgeführt. Nur ein geringer Prozentsatz der Larven kommt zur Verpuppung und ergibt Imagines. Eier wurden keine gefunden, was auf die Tätigkeit der Kamelhalsfliege geschoben wird.

1895. Nur 50 % der im Boden liegenden (zum größten Teil von 1892 stammenden) Larven ergaben Puppen und Wespen. Ziemlich starkes Schwärmen im Juni, jedoch kein erheblicher Zugang an Larven *(Raphidia!)*.

1896. Wieder stärkerer Flug, doch ebenfalls wie im Jahr vorher nur ein geringer Larvenzuwachs. Bestandesflächen mit hohen Belegsklassen kaum mehr vorhanden.

Es wird eine Übersicht über die Puppenzahlen von 1892—1896 eines Bezirkes gegeben; darnach sind dort zur Verpuppung gelangt:

1892	durchschnittlich	50	Larven	je	Quadratmeter
1893	„	1	„	„	„
1894	„	2	„	„	„
1895	„	11	„	„	„
1896	„	22	„	„	„

Die Puppen von 1895 und 1896 können demnach nur von den großen Larvenmengen des Jahres 1892 stammen. So ist neben einer dreijährigen auch eine vierjährige Generation anzunehmen.

Trotz des zeitweise sehr starken Fraßes und bedrohlichen Aussehens hatte die Gradation nur einen mäßigen, zwischen 3—15 % der kahlgefressenen Stämme schwankenden Einschlag an abgestorbenem Holz zur Folge.

Gradation im Erzgebirge (Nassauer Revier) in den Jahren 1895—1902

Aus dem Bericht von W. Baer (1903) über dieses *Cephaleia*-Auftreten sei folgendes angeführt: Eine auffällige Vermehrung von *Cephaleia* in dem Nassauer Revier war zuerst im Jahre 1895 wahrgenommen worden. Von dem Fraße in diesem Jahr ist besonders hervorzuheben, daß er sich namentlich in Abt. 35 auch über die jüngeren und älteren Kulturen erstreckte, und zwar in einer Ausdehnung, wie dies bisher noch nicht beobachtet worden ist. Eigentümlicherweise wurde bis zum Jahre 1900 von dem Schädling nichts weiter bemerkt. In diesem Jahre hatte jedoch das Nassauer Revier unter einem stärkeren Fraße zu leiden, dessen Wiederkehr ernste Besorgnisse erregen mußte. Daß indessen zwischen den Jahren 1895 und 1900 kein stärkerer Flug stattgefunden hat, ist kaum anzunehmen; denn ein fünfjähriges Überliegen der Larven erscheint nach allen sonstigen Beobachtungen sehr unwahrscheinlich. Vielmehr mag sich das Schwärmen der Nachkommen der 1895 zahlreich aufgetretenen Wespen auf die Jahre 1897 und 1898 verteilt haben und so nebst dem darauf erfolgten Fraße der Beobachtung entgangen sein. Der Ruhestand der Larven würde dann in dem einen Falle den Zeitraum von 2 und in dem anderen den von 3 Jahren ausgefüllt haben, während 1900 die Entwicklung der gesamten Masse wieder zusammengefallen wäre. Eine solche Annahme steht auch mit den sonstigen Wahrnehmungen über das Überliegen der Larven in keinem Widerspruche; denn es ist neben dem als Regel geltenden dreijährigen wiederholt auch schon ein zweijähriges Überliegen nachgewiesen worden und konnte auch im weiteren Verlaufe dieses Fraßes abermals festgestellt werden.

„Der Fraß im Jahre 1900 erstreckte sich über eine Gesamtfläche von etwa 500 ha und war im großen und ganzen nur ein schwächerer Lichtfraß. Nur in einigen Abteilungen steigerte er sich stellenweise zum stärkeren und sehr starken Lichtfraß, besonders an den Schlagrändern. Auch vollständiger Kahlfraß wurde an einzelnen Bäumen bemerkt, nicht aber auf ganzen Flächen. Das Alter der befallenen Bestände betrug meist 80—110 Jahre, doch wurden auch jüngere bis zu 40 Jahren herab befressen und selbst Kulturen im Alter von nur 3 und 4 Jahren. Der Boden, auf dem



Abb. 23. Ein von *Cephaleia abietis* L. stark befressener Fichtenbestand, der sich wieder erholt hat. Nach Baer.

die Bestände stocken, ist teils 2., meist aber 3. Bonität. Ihre Höhenlage beträgt 730—800 m. Ihr Gesundheitszustand war bis zum Ausbruche des Fraßes ein guter, mit Ausnahme der Flächen, die sich von den 1895 erlittenen Beschädigungen noch nicht wieder vollständig erholt hatten. Stärkere Entnahmen hatten sich infolge des Fraßes in den beschädigten Orten zunächst nicht notwendig gezeigt. Eine Wiederholung des Fraßes mußte jedoch mit den bedenklichsten Folgen verknüpft sein, und eine solche schienen die von Gesundheit strotzenden prächtig grünen und goldgelben Larven geradezu zu gewährleisten, die in Mengen im Boden ruhten. Nach den von der Revierverwaltung vorgenommenen Auszählungen war ein Puppenbelag von 114—280 je Quadratmeter vorhanden."

Die befallenen Bestände sahen im Mai 1902 teilweise wenig erfreulich aus, wie Abb. 23 zeigt. Doch war der Zustand derselben kein hoffnungsloser. Auch die 1900

fast kahlgefressenen Fichten hatten dank der Verschonung der Knospen 1901 wieder ausgetrieben und zeigten wiederum frische, saftige angeschwollene Knospen. Vielfach war es allerdings nur zur Ausbildung von kurzen Bürstentrieben (Abb. 24) gekommen. Am 27. Mai (1902) wurde das erste Schwärmen beobachtet, das mit Unterbrechungen bei schlechtem Wetter bis in die zweite Hälfte des Juni sich fortsetzte Mitte August zeigten sich große Mengen Schlupfwespen (*Exetastes aethiops* Grav.), welche die fast erwachsenen *Cephaleia*-Larven angriffen; die Zahl der Schlupfwespen war nicht geringer als vordem die der schwärmenden Blattwespen.

Neben *Cephaleia abietis* war an dem Fraß vereinzelt noch eine andere *Cephaleia*-Art beteiligt, nämlich *arvensis* Pz.

Gradation im Roggenburger Forst (Schwaben) 1911–1913

1911. Im August 1911 wurden, wie Parst (1916) berichtet, zahlreiche von *Cephaleia abietis* kahlgefressene Gipfel in einem 119jährigen Fichtenbestand bemerkt. Probeuntersuchungen auf 323 je 1 qm haltenden Flächen ergaben starke Belegzahlen (bis über 1000 Larven je Quadratmeter). Am meisten waren 60- bis 120jährige Bestände (nicht nur der Fläche nach, sondern auch hinsichtlich der Stärke des Befalls) in Mitleidenschaft gezogen.



Abb. 24. Ein durch *Cephaleia abietis* L. im Jahre 1900 entnadelter Fichtenzweig, der 1901 nur Bürstentriebe ausgebildet und 1902 wieder normal getrieben hat. Nach Baer

1912. Es wurden rund 1000 Probeflächen (je 1 qm) und dabei ein ungemein wechselnder Larvenbelag festgestellt (z. B. an einer Stelle 2073 Larven je Quadratmeter. Dicht daneben 480 Stück!). Kein einziger Bestand des rund 2300 ha umfassenden Forstbezirks war frei von Larven. Dieselben fanden sich in sämtlichen Altersstufen der Fichte, auch in den Kulturen, und auch in Beständen mit stärkerer Laubholzbeimischung. Nur in einzelnen Beständen ergab sich eine Zunahme gegen 1911, im allgemeinen fiel der Durchschnittsbelag ganz bedeutend.

1913. Die Abnahme des Belages machte weitere Fortschritte. Sie betrug, den Stand 1911 zu 100 % angenommen, im Frühjahr 1912 19,50 % und im Frühjahr 1913 57 %. Die Frage nach den Ursachen des Absinkens der Larvenzahlen läßt Parst offen. Raphidien, die Lang zum Teil für den Zusammenbruch der oberfränkischen Kalamität verantwortlich gemacht hat, konnten hier nur in sehr spärlicher Zahl festgestellt werden. Auch Parasiten konnten in den Jahren 1912/13 nur wenige gezogen werden. Allerdings zeigten sich Ende Juli 1914, nach Abflauen der Kalamität in einigen Waldteilen, namentlich auf besonnten Geräumten Schlupfwespen, welche dicht über dem Boden schwärmend hinsichtlich ihrer Zahl kaum den im Juni schwärmenden Wespen nachstanden. Parst nimmt an, daß auch der nasse Sommer 1913 mit seinen abnorm niedrigen Temperaturen ungünstig auf die Larvenentwicklung eingewirkt hat. In forstlicher Hinsicht ergab sich, daß trotz des massenhaften Auftretens der Wespe keine derartige Beschädigung erfolgte, daß der Einschlag eines Bestandes oder auch nur von Teilen desselben erforderlich war; ebensowenig konnte ein nachfolgendes Kränkeln von Beständen festgestellt werden.

Aus diesen Berichten, die aus verschiedenen Zeiten und Gegenden und von verschiedenen Beobachtern stammen, lassen sich gemeinsame Züge herausschälen:

Die Gradation wird gewöhnlich erst wahrgenommen, wenn sie in die Eruption (stellenweise Kahlfraß, und die weithin sichtbaren braunen bis kindskopfgroßen Kotsäcke) eingetreten ist. In den folgenden Jahren findet in der Regel bereits eine stetige Abminderung der Larvenzahlen statt. Die jährlich festgestellten Puppenzahlen lassen erkennen, daß die Verpuppung über mehrere Jahre sich hinziehen kann, so daß ein Teil der Larven im zweiten, ein Teil, und zwar der größte, im dritten, und der Rest erst im vierten Jahr zur Verpuppung gelangt. Die auf die Haupteruption folgenden Schwärme verteilen sich infolgedessen auf verschiedene Jahre und werden daher ebenso wie der Larvenfraß kaum bemerkt. Es kann aber vorkommen, daß nach der zweiten Generation die zwei- und dreijährigen wieder zusammentreffen und dadurch wieder ein starkes Schwärmen (eine zweite Eruption) erfolgt; doch hat diese gewöhnlich an Kraft verloren, da inzwischen Krankheiten eingetreten und Feinde erstanden sind. Verschiedentlich folgt dann auf ein starkes Schwärmen nur ein geringer Fraß.

Als Feinde, die an der Beendigung der Gradationen mehr oder weniger wesentlich beteiligt sind, werden angeführt Raphidia (Lang), Tachinen, verschiedene Schlupfwespen, wie *Xenochelis fulvipes* Grav., *Prosmorus rufinus* Grav. und *Homaspis narrator* Grav. (Baer berichtet ferner von einem wirksamen Parasiten, den er in Mehrzahl in den Eiern von *Cephaleia* angetroffen hat — es handelt sich wohl um *Trichogramma* (s. unten S. 34), ferner Ameisen, Coccinelliden und Spinnen (Krauße führt *Linyphia phrygiana* C. L. Koch an, von denen die Wespen in Mengen gefangen wurden); und endlich Mäuse und Vögel. „Stare und Rabenkrähen suchten in Flügen die sonst gemiedenen einförmigen Fichtenorte zur Flug- und Fraßzeit der Wespe auf. Der Kuckuck stellte sich in außergewöhnlich hoher Anzahl ein (im Magen eines erlegten Kuckucks fanden sich 52 erwachsene Larven), und große Schwärme von Buchfinken waren mit dem Ablesen der Larven von den Kotgespinsten auf den überhängenden Zweigen beschäftigt“ (W. Baer).

Forstliche Bedeutung und Bekämpfung

Aus allen bisherigen Berichten geht hervor, daß trotz dem erschreckenden Aussehen im Eruptionsjahr der Schaden des *Cephaleia*-Fraßes in der Hauptsache in Zuwachsverlust besteht, wogegen die Ausfälle durch Absterben nur gering sind. Wenn 15—20 % der kahlgefressenen Stämme absterben (Altum 1884, S. 250), ist dies ein außergewöhnlich hoher Prozentsatz. Nach Parst (1916) sind nach der Eruption „Beschädigungen, welche den Einschlag von Stämmen veranlaßt hätten, trotz des sehr starken Befalls in keinem Waldort aufgetreten“.

Angesichts dieses in Beziehung auf das Leben des Waldes verhältnismäßig günstigen Verlaufes der bisher beobachteten *Cephaleia abietis*-Gradationen ist es nicht gerechtfertigt, kostspielige und zeitraubende Bekämpfungsmaßnahmen anzuwenden, zumal die bis jetzt vorgeschlagenen Mittel in ihrem Erfolg recht zweifelhaft waren. Der Leimring, der als Hauptbekämpfungsmittel früher vielfach empfohlen wurde, stellte nach Parst nur zu Beginn der Flugzeit ein Abwehrmittel dar, wogegen er

während der Hauptschwärmzeit überhaupt kein Hindernis mehr bildet. Probefällungen zeigten denn auch keinen Unterschied in der Stärke der Besetzung an geleimten und nicht geleimten Stämmen.

Bodenbearbeitung, durch die die Larven freigelegt werden, oder Schweineeintrieb können natürlich eine Verminderung der Larvenmassen herbeiführen, doch dürfte der Aufwand an Arbeit und Kosten kaum im richtigen Verhältnis zur Wirkung auf den Verlauf der Gradation stehen. Allerdings kann bezüglich der Bodenbearbeitung auch die stets günstige Wirkung auf die Physiologie des Waldes in Rechnung gestellt werden.

So wird es die Hauptaufgabe des Forstmanns sein, den Verlauf der Gradation genau zu verfolgen, wozu Larven- und Puppenuntersuchungen im Boden unerläßlich sind. Vor allem muß der Forstmann gerüstet sein, dem etwaigen Auftreten sekundärer Schädlinge rechtzeitig und mit vollem Einsatz entgegentreten zu können.

Cephaleia arvensis Pz. [1])

Syn.: *Lyda arvensis* Pz.
Tenthredo signata F.
Cephaleia signata (F.).

Imago: Kleiner und schlanker als die vorige Art, 9—11 mm, mit hinter den Augen deutlich verengertem Kopf. In der Färbung und Zeichnung ist die Art ein wahrer Proteus: Beim ♀ ist als Normalform die helle Färbung zu betrachten, bei der der ganze Körper hellrotbraun ist mit dunkleren und hellen Zeichnungen an Kopf und Mesonotum und geringer schwarzer Zeichnung des Gesichts, Fühler rotgelb, gegen die Spitze braun. — Als var. irrorata C. G. Thoms. sieht Enslin folgende Form an: Kopf hellgelb mit schwarzer Zeichnung des Gesichts und 5 schwarzen Flecken am Oberkopf. Thorax schwarz mit reicher gelber Zeichnung. Erstes Rückensegment schwarz, die folgenden mit schwarzem Streifen an der Basis. — Die schwarze Färbung kann sich weiter ausdehnen und zur var. pseudalpina Ensl. führen, bei der der ganze Körper vorherrschend schwarz ist; an den Fühlern nur die ersten Glieder der Geißel teilweise braun, am Kopf nur die Mandibeln gelb, am Thorax nur der Rand des Pronotums, die Tegulae, ein Doppelfleck des Mittellappens, meist ein Fleck des Schildchens und manchmal auch ein solcher der Seitenlappen weißgelb. Beine bis zu den Knieen schwarz; Hinterleib braunschwarz, die Seiten gelb. Wegen Unterscheidung dieser Form von *alpina* s. unten S. 37.

Beim ♂ kommen so helle Formen wie beim ♀ nicht vor. Die Grundfarbe an Kopf und Thorax ist stets schwarz, die Fühler meist gelb mit schwarzem oder schwarz liniertem Grundglied. Gelbe Kopfzeichnung nur gering; ebenso die helle Zeichnung des Thorax. Abdomen rotgelb, das 1. Rückensegment schwarz, die folgenden an der Basis schwarz liniert. Die Schwarzfärbung kann sich weiter ausbreiten, sowohl am Abdomen wie auch an der Brust und am Kopf, so daß schließlich das ganze Tier (mit Ausnahme vielleicht einiger kleiner Flecke am Mesothorax) schwarz wird (var. pseudalpina Ensl.).

Larve: Die Larve von *arvensis* erscheint unter den Fichten-Cephaleien als die bunteste. „Die neugeborene Larve ist von einer schmutzigen graugelblichen Grundfarbe. Der Kopf ist tiefschwarz mit Ausnahme der etwas helleren Vorderseite. Fühler, Nachschieber, Mundteile und Beine dunkel."

Die drei folgenden Larvenstadien (2—4) haben ungefähr dasselbe Aussehen. — Das letzte Freßstadium (4) hat eine Länge von etwa 15—20 mm. Die Grundfarbe ist schmutzig gelblichgrün, ziemlich dunkel. Ein ziemlich scharfer Längsstreifen verläuft längs der Mitte des Rückens, ein ähnlicher längs der Mitte der Unterseite; seit-

---

[1]) *Cephaleia arvensis* ist nach Enslin und Baer eine gute Art, die sowohl von *erythrogastra* Htg. wie von *abietis* spezifisch zu trennen ist. Gegen die Ansicht von Conde, daß *abietis* identisch mit *arvensis* ist, sprechen, wie oben schon betont, auch die Verschiedenheiten in der Bionomie der beiden Arten.

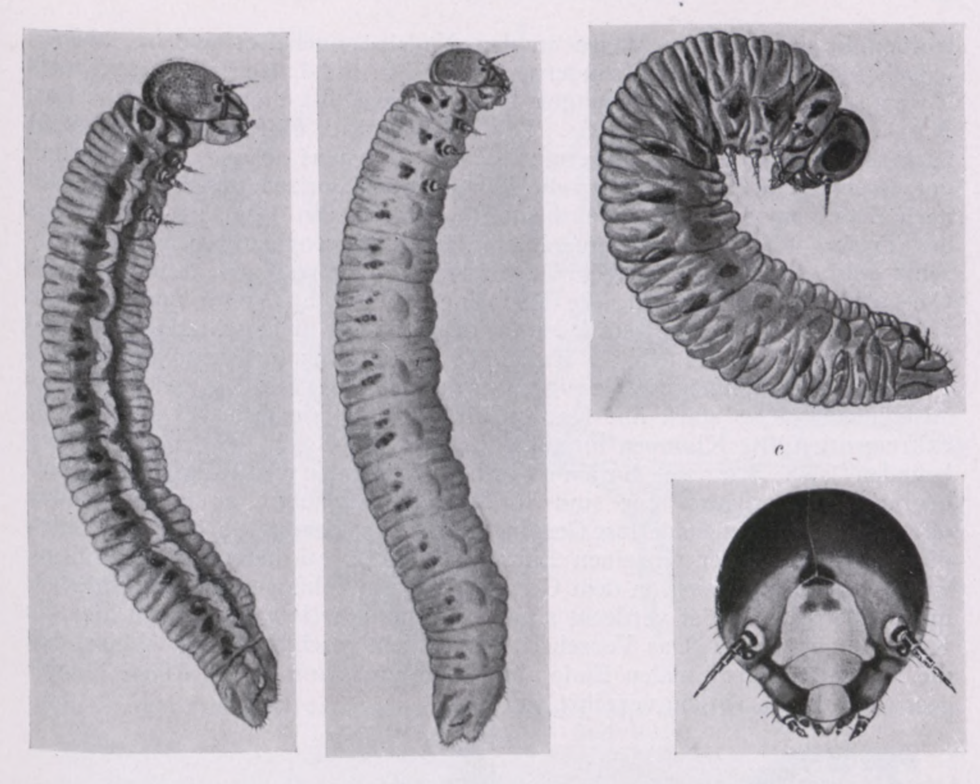


Abb. 25. Larve von *Cephaleia arvensis* Pz. a Stadium 4 (letztes Freßstadium), b Stadium 5 (junge Erdlarve), c ältere Erdlarve (Pronympha) vor der Verpuppung (Puppenaugen!), d Larvenkopf (3. Stadium). Nach Boas

lich oberhalb der hervortretenden Seitenrandfalte verläuft noch ein rotbrauner Streifen, in welchem in jedem Hinterleibssegment mit Ausnahme des hintersten zwei dunklere Flecken, und auf dem 2. und 3. Brustsegment je einer, vorhanden sind; und endlich ist noch ein rotbrauner Längsstreifen unterhalb der Seitenfalte vorhanden, der aber manchmal weniger deutlich ist als die anderen (Abb. 25 a). Der Kopf ist bräunlich, heller oder dunkler, aber niemals ganz schwarz, vorne ist eine hellere Partie (Abb. 25 d) mit einer dunklen X-Zeichnung, die mehr oder weniger deutlich als bei *abietis* ist. Basalglied der Nachschieber weiß, bei den jüngeren Stufen (1—3) alle Glieder der Nachschieber schwarz.

Die Larven des Ruhe- oder Erdstadiums zeigen starke Veränderungen; sie sind gelb, beinahe zitronengelb (grüne Stücke wie bei *abietis* scheinen nicht vorzukommen). Alle rotbraunen Längsstreifen sind spurlos verschwunden (Abb. 25 b).

Eier: In der Form wie die von *Ceph. abietis;* frisch abgesetzt zeigen die Eier eine hellgrüne Farbe (wie die Nadeln des Maitriebes, auf denen sie abgelegt werden).

Hinsichtlich der geographischen Verbreitung folgt *Cephaleia arvensis* der Fichte in gleicher Weise in die Ebene wie in das Gebirge.

Bionomie

Die Schwärmzeit ist noch ausgedehnter als bei der vorigen Art. Baer (1916) konnte noch Ende Juli copulierende Pärchen sehen. Die Eier

werden in der gleichen Weise an den Nadeln angeheftet wie bei *abietis*, jedoch nicht in Gelegen, sondern einzeln und zerstreut, nach Trägårdh an den vorjährigen Nadeln, nach Baer dagegen an den Nadeln des Maitriebes. Die Zahl der Eier gibt Borries (1896) nach seinen Befunden bei sezierten ♀♀ auf höchstens 40 an. Entsprechend der vereinzelten Eiablage leben die Larven einsiedlerisch, und ihr Fraß, der nach Baer meist am Maitrieb beginnt, schreitet von da an nach der Basis des Triebes fort (während *abietis* erst, wenn die vorjährigen Nadeln verzehrt sind, die frischen Nadeln angreift). Die befressenen Teile sind von Gespinsten eingehüllt, die aber meist recht lose und schwach sind. Wo der Fraß nicht stark ist, ist das Gespinst nicht sehr reichlich, und nur spärlich mit Kot gefüllt (Abb. 26); an stark befressenen Partien jedoch können die Gespinste stark entwickelt werden und allerdings ausnahmsweise so stark mit Kot gefüllt sein, daß sie (wie bei *abietis*) als exkrementgefüllte Klumpen hinunter hängen (Abb. 27). In den Gespinsten befinden sich kurze bräunliche Röhren, mit glatter wohlbegrenzter Oberfläche. Sie sind an Ästchen angeheftet, an beiden Enden offen, in das angrenzende lose Gespinst sich fortsetzend (Abb. 28); sie stellen die Wohnstätten der einzelnen Larven dar. Bei stärkerem Fraß sind sie wenig auffällig, da sie von dem Gespinst mit den anhängenden Exkrementen und Nadelresten meist verdeckt sind. Wie bei *abietis* werden auch hier die Knospen verschont. Das Verzehren der Nadeln geschieht in der Weise, daß die Nadeln am proximalen Ende abgebissen und dann in die Röhre hineingezogen werden, wo sie verzehrt werden.

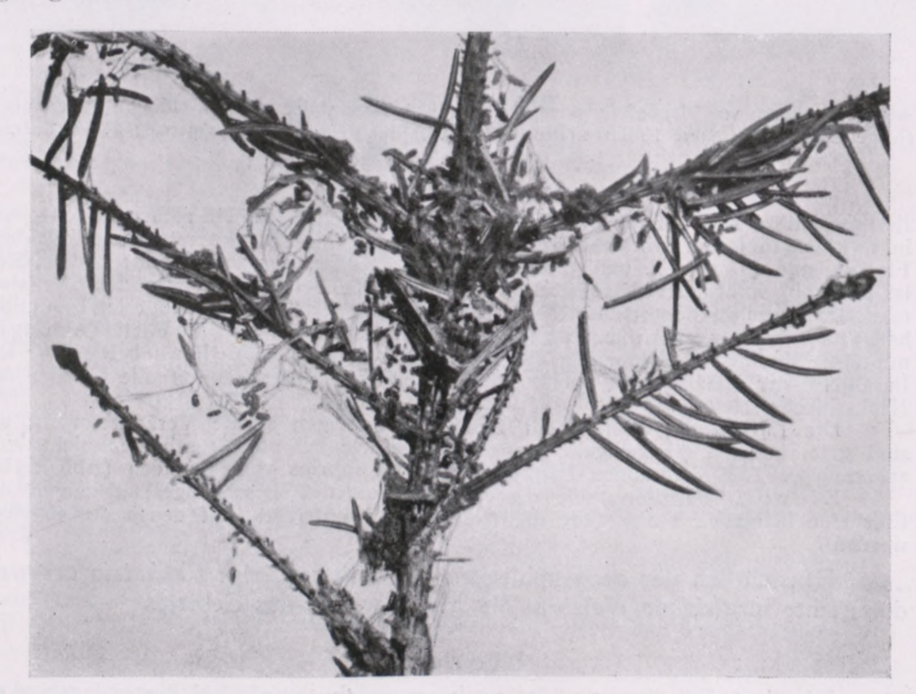


Abb. 26. Fichtenast von *C. arvensis* befressen; Jahrestriebe fast ganz entnadelt, wenig Kot in den Gespinsten. Nach Boas.

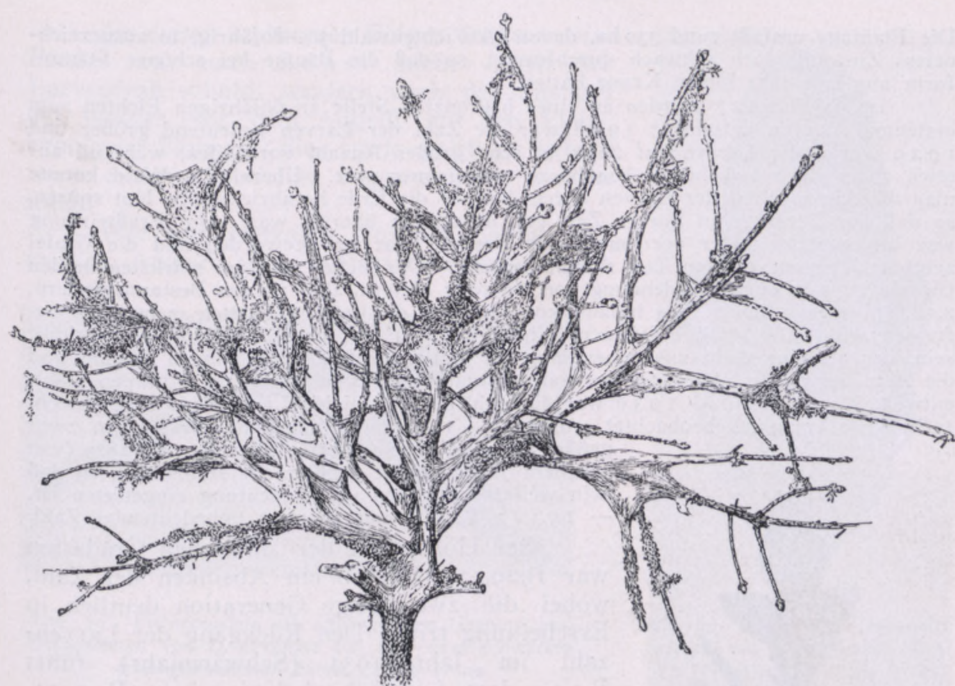


Abb. 27. Kahlfraß eines Fichtenastes durch *C. arvensis*, stark mit Gespinst überzogen, massenhafter Kot in denselben. Nach Boas

Bezüglich der Fraßdauer und des Einbohrens der Larve in den Boden stimmt *arvensis* mit der vorigen Art ungefähr überein. Die Larve ruht gewöhnlich 2 Jahre, worauf ein ganz kurzes Puppenstadium von nur wenigen Tagen folgt. Die Generation ist also in der Hauptsache zweijährig.

Gradation und forstliche Bedeutung

Cephaleia arvensis Pz. neigt weit weniger zu Massenvermehrungen als *abietis*. Bis jetzt sind solche nur aus nördlichen Gegenden (Dänemark und Schweden) bekannt geworden. In Dänemark kommen wohl die beiden Arten vor, *abietis* und *arvensis*, doch nur die letztere scheint dort zu Gradationen zu gelangen, während in Deutschland, wo auch beide Arten heimisch sind, umgekehrt nur die *abietis* in Massenvermehrung eintritt. Doch scheinen die Gradationsperioden bei *arvensis* viel seltener zu sein als bei *abietis*, denn es sind bis jetzt nur wenige Massenvermehrungen der ersteren bekannt geworden.

Über die schwedische Gradation (1916—1919) wird von Trägårdh (1919) einiges berichtet: Im Sommer 1916 wurde bei Dalby, südlich von Lund in Schonen ein Angriff beobachtet; es waren 5 ha befallen, im folgenden Jahr (1917) 75 ha (Larvenbelag im Boden 300—400 je Quadrameter). Nur die Wipfel der Bäume waren beschädigt und leuchteten rot. 1917 trat die Schwärmzeit Ende Mai, anfangs Juni ein, 1918 war schon Mitte Mai der ganze Wald voll schwärmender ♀♀. 1918 war ein großer Teil der Eier (30 %) parasitiert *(Trichogramma?)*.

In Dänemark fand die letzte Gradation in den Jahren 1927—1931 statt, worüber Boas (1933) ausführlich berichtet. Seiner Beschreibung dieses Fraßes sei folgendes entnommen: Der Fraß fand in der Kelstrup-Plantage in Nordschleswig statt.

Die Plantage umfaßt rund 330 ha, davon $^2/_3$ Fichtenwald 30—80jährig, in ausgezeichnetem Zustand, doch schwach durchforstet, so daß die Bäume bei schöner Stammform nur eine sehr kleine Krone hatten.

Im Jahre 1927 wurden an einer begrenzten Stelle an 60jährigen Fichten zum erstenmal Larven gefunden; 1928 war die Zahl der Larven bedeutend größer und 1929 waren die Larven auf 22 ha in sehr großer Anzahl vorhanden, während auf etwa 20 ha ein schwächerer Angriff zu verzeichnen war. Überall im Wald konnte man die Anwesenheit der Larven durch den auf die Erde herabrieselnden Kot spüren, so daß der Besucher in kurzer Zeit von demselben übersät war. Die Fraßwirkung war imponierend. Der vordem dunkle Bestand war hell geworden und die Gipfel zeigten sich zum größten Teil rotgelb gefärbt. Der Befall war am stärksten in den Gipfeln etwa in einer Ausdehnung von ein paar Metern, aber an den Bestandsrändern, z. B. zu einem offenen Weg hinaus, konnten auch die tieferen Partien recht stark befressen sein. Die stark befallenen Wipfel konnten fast ganz in Gespinst eingehüllt sein, das als eine dicht zusammenhängende glänzende Lage den dünnen Stamm und die Äste bekleidete. Auch an den ganz entnadelten Ästen waren die Knospen wohlentwickelt und frisch. — 1930 war die Zahl der fressenden Larven minimal, obwohl recht viele Imagines beobachtet wurden. — 1931 war die Zahl der Larven zwar größer als 1930, doch wesentlich geringer als 1929 (von welchem Jahrgang sie größtenteils stammten), so daß kein weiterer Schaden von Bedeutung eingetreten ist. — 1932: Larven nur in ganz unbedeutender Zahl.



Abb. 28. Jahrestrieb einer Fichte von *C. arvensis* Pz. fast ganz entnadelt. Hier ist die Larvenröhre deutlich zu sehen. Nach Boas

Der Höhepunkt der dänischen Gradation war 1929, von da ab ein Absinken der Zahl, wobei die zweijährige Generation deutlich in Erscheinung tritt. Den Rückgang der Larvenzahl im Jahre 1931 (Schwärmjahr) führt Boas darauf zurück, daß eine hohe Prozentzahl der Eier trichogrammiert waren (von *Trichogramma evanescens)* und außerdem viel der frischgeschlüpften Larven nach dem Verlassen der Eischale aus unbekannten Gründen abgestorben sind. Die trichogrammierten Eier werden tiefschwarz (Abb. 29). — Als weitere Parasiten, die an dem Zusammenbruch der Gradation beteiligt waren, wurden beobachtet: die Schlupfwespe *Xenochelis fulvipes* aus der Familie der Tryphoniden, deren braune Kokons (bisweilen mit Überresten der Wirtslarve) häufig neben den *arvensis*-Larven gefunden wurden (Abb. 30) und ferner verschiedene Pilze, wie *Botrytis tenella* und eine *Spicaria* (s. Bd. I, S. 282).

Die Folgen des Fraßes waren durchaus nicht so gering als erwartet worden war: Im Jahre 1930 haben sich zwar die entnadelten Bäume zum weitaus größten Teil wieder begrünt, doch im folgenden Jahr (1931) ging eine große Zahl dieser wiederbegrünten Bäume ein, teilweise in solchem Ausmaß, daß einige Abteilungen fast ganz abgeholzt werden mußten, während in anderen nur gerade so viel Bäume übrig blieben, daß sie einen Schutz für neue Kultur bieten konnten.

An diesen schlimmen Folgen des *arvensis*-Fraßes war nach Boas „nicht allein der Larvenfraß schuld, sondern auch der Zustand des Waldes vor dem Angriff mit den kleinkronigen Bäumen, die stark gelitten haben, wenn ein Nachbarbaum weggenommen werden mußte".

Wie gut trotzdem einzelne Bäume den starken Angriff 1929 überstanden haben, geht

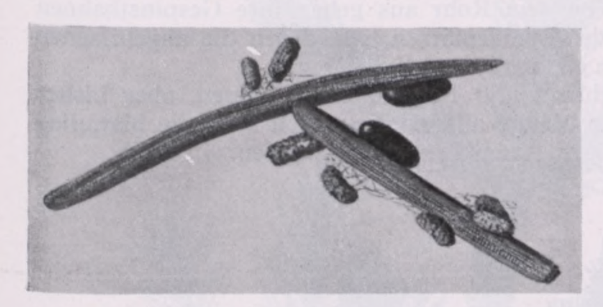


Abb. 29. Fichtennadeln mit anhängendem Gespinst und Exkrementen von *C. arvensis* Pz. und zwei schwarzen trichogrammierten Eiern. Nach Boas

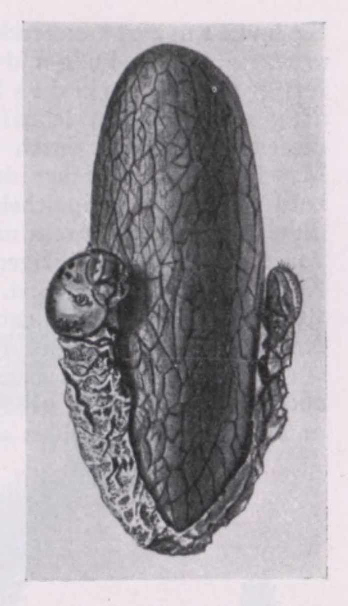


Abb. 30. Kokon von *Xenochelis fulvipes* mit anhängendem Rest der Wirtslarve. Nach Boas

daraus hervor, daß solche, die 1929 entnadelt worden waren und 1930 gute Triebe gebildet hatten, an denen aber im selben Jahr die Nadeln wieder abgefallen waren, im Jahre 1931 wieder gute Triebe gebildet haben (Abb. 31). Andere Bäume haben nach der Entnadelung 1929 im Jahre 1930 Bürstentriebe entwickelt, um 1931 wieder ganze Triebe zu bilden (Abb. 32).

Doch kann die forstliche Bedeutung unter Umständen recht bedeutend werden, besonders in schwach durchforsteten Beständen mit kleinkronigen Bäumen, die auf plötzliche Lichtstellung empfindlich reagieren.

Cephaleia erythrogastra Htg.

Imago: Eine kleine Art von 8—10 mm Länge. Das ♀ fällt am meisten durch einen hellbraunen Oberkopf auf und beide Geschlechter (wenigstens im Leben) durch den sehr lebhaft rotgelben Hinterleib, der fast alles Schwarz entbehrt. Der hellbraune Oberkopf des ♀ zeigt nur selten spärliche schwarze Zeichnung, gewöhnlich als schwarzer Längsstrich am Scheitel. Thorax des ♀ schwarz, mit gelber Zeichnung (gelb sind der Rand des Pronotums, die Tegulae, Flecken am Mittel- und Seitenlappen des Mesonotums und manchmal ein Doppelfleck des Schildchens). Hinterleib dunkler rotgelb, in der Regel das 1. Segment geschwärzt. Beim ♂ Kopf schwarz mit gelben Zeichnungen; Thorax ähnlich wie beim ♀ gefärbt. Hinterleib gewöhnlich heller rotgelb als beim ♀.

Larve: Lebhaft dunkelgelb mit geradezu orangefarbenen Seitenfalten und Flecken; auf der Mitte der Ober- und Unterseite eine dunkle Längslinie; die stark chitinisierten Teile, besonders der Kopf glänzend gelbbraun.

Bionomie

In der Verbreitung stimmt diese Art mit der vorhergehenden überein, indem sie der Fichte sowohl ins Gebirge wie in die Ebene folgt. Die

Schwärmzeit erstreckt sich von April bis Juli. Eiablage wie bei *arvensis* einzeln an die Nadeln der Maitriebe. Jede Larve fertigt sich ein solides Rohr von Körperlänge aus einer dichten papierartigen Masse von lebhaft rotbrauner Farbe (Abb. 33). Der Grund zu diesem Rohr wird durch ein dünnes Netzwerk von Fäden gelegt, dessen Maschen von innen her durch immer stärkeres Auftragen des leimartigen bald erhärtenden Speichelsekretes ständig gedichtet werden. Man findet diese Röhre stets einzeln und zerstreut an der Unterseite des Maitriebes und von da auf den vorjährigen Trieb übergreifend, die Larve drinnen mit dem Kopf basalwärts gerichtet. Von dem Rohr aus gehen ihre Gespinstbahnen (bis zu 10 cm Länge!) nach den Weideplätzen, von denen die abgebissenen Nadeln eingeholt werden (Baer 1916).

Die Art ist aus Deutschland und Belgien nachgewiesen, aber bisher noch nie schädlich in größerer Menge aufgetreten; doch kann sie bisweilen in Begleitung der beiden vorigen Arten beobachtet werden.



Abb. 31. Ast einer Fichte, der 1929 von *C. arvensis* entnadelt war, 1930 sich zunächst wieder erholte, dann aber alle Nadeln verlor und trotzdem 1931 wieder kräftige Triebe entwickelte. Nach Boas



Abb. 32. Äste von Fichten, die 1929 von *C. arvensis* entnadelt worden waren, haben 1930 Bürstentriebe und 1931 wieder normale Triebe entwickelt. Nach Boas

Cephaleia alpina Klug.

Syn.: *Lyda lariciphila* Wachtl.

Lärchengespinstblattwespe

Imago: Länge 8—11 mm. Grundfarbe des ♀ schwarz, Kopf und Thorax mit gelber Zeichnung. Beine schwarz, Knie und Tibien braungelb. Abdomen schwarz, die Seiten des Rückens bleichgelb. Die Färbung stark variabel, sowohl nach der dunklen als nach der hellen Seite hin. So gibt es Tiere mit ganz schwarzem Kopf und ebensolchen Fühlern und größtenteils schwarzem Mesothorax (var. luctuosa Ensl.). Andererseits kommen aber auch helle Formen vor, bei denen die hellen Zeichnungen auf Kopf und Thorax weiter ausgedehnt sind als bei der Normalform und auch die Basis der Fühler und die Beine heller sind; ebenso der Hinterleib, an dem nur das erste und die Basis der vier letzten Rückensegmente schwarz sind (var. hilaris Ensl.). Beim ♂ Kopf samt den Fühlern schwarz, Hinterleib gelb, manchmal mit schwärzlichen Querwischen, Beine ebenfalls gelb, Mitte der hinteren Schenkel jedoch schwärzlich.

Die dunklen Formen ähneln oft sehr den dunklen Stücken von *Cephaleia arvensis* Pz., so daß sie schwer zu unterscheiden sind,

besonders die ♂♂. Nach Enslin (s. Baer 1916, S. 309) sind die dunklen Formen der beiden Arten oft fast nur noch an dem reineren und glänzenderen Schwarz des Abdomens und der Fühler zu erkennen; bei *alpina* haben auch die hellsten Stücke fast stets rein schwarze, nur zuweilen heller geringelte Fühler.

Larve: Rotbraun, Augen und Spitzen der Mandibeln schwarz, ein Fleck des Gesichtes und des Oberkopfes verwaschen braun. Am Rücken das 1. Segment größtenteils und die Seitenfalte der beiden folgenden, sowie ein Fleck auf der Afterklappe braun, an der Bauchseite die Mitte der 3 ersten Segmente schwarz. Beine braun geringelt mit schwärzlicher Basis.

Bionomie

C. alpina lebt an Lärche, und zwar in erster Linie als Bewohnerin der Lärchenregion des Alpengebietes. Sie ist aber, wie aus den Beobachtungen Wachtls und Wiehls hervorgeht, der Lärche auch nach ihren neuen Standorten gefolgt. Wiehl entdeckte sie in Jägerndorf in Schlesien, wo die Larven in großer Zahl in einem Mittelwald auftraten, und die vorwüchsigen Lärchen in einer Fichtenjugend zwei Jahre hintereinander kahlfraßen, ohne indessen weitere Folgen zu zeitigen. An dem Fraß waren noch weitere Schädlinge beteiligt, wie Nematidenlarven (*Lygaeonematus laricis* Htg., s. unten und Spannerraupen (*Biston lapponarius* Borsd.), so daß der Kahlfraß nicht allein auf das Konto von *C. alpina* gesetzt werden darf. Die Larve lebt einzeln in Gespinsten. Als Flugzeit wird von Wiehl Ende April, anfangs Mai angegeben; der Fraß machte sich Anfang Juli durch Bräunung der Lärchen bemerkbar. Weiteres über die Bionomie ist bis jetzt nicht bekannt geworden. Daß es bis jetzt bei einer einzigen Meldung aus forstlichen Kreisen geblieben ist, scheint dafür zu sprechen, daß das ursprünglich sicher alpine Tier seine Fraßpflanze nicht überall hin begleitet hat, Baer ist es trotz alles Suchens in Mitteldeutschland nicht gelungen, Spuren ihres Vorkommens oder Fraßes zu entdecken. Jedenfalls handelt es sich um eine im allgemeinen seltene Art; außer in Deutschland ist sie noch in Schweden, Frankreich und der Schweiz bekannt geworden.



Abb. 33. Gespinströhre von *Cephaleia erythrogastra* Htg. Schwach vergrößert. Nach Baer

Acantholyda A. Costa

(Lyda aut. partim)

Die Gattung ist durch das Vorhandensein von einem oder auch zwei Supraapikalspornen an den Vordertibien (s. Abb. 13, S. 16) gut gekennzeichnet. Sie enthält 7 Arten, von denen hier drei als forstlich recht beachtenswerte Kiefernschädlinge eingehender behandelt werden: erythrocephala L., hieroglyphica Christ. (= *campestris* L.) und nemoralis C. G. Thoms. (= *stellata* Christ., *pratensis* F.), die sich folgendermaßen unterscheiden lassen:

1 Schläfen ungerandet, Körper dunkelblau. Larven an mannshohen Kiefern (Schonungsalter) in einem Gespinst, das wenig Kot enthält.
A. erythrocephala L.

— Schläfen wenigstens unten scharf gerandet, Körper nicht blau 2

2 Mitte des Hinterleibs rotgelb mit gelbem Seitenrand, Flügel gelb. Larve meist an jungen (3—4jährigen) Kiefernpflanzen in einem röhrenförmigen Gespinst, das dicht mit Kot gefüllt ist. A. hieroglyphica Christ. (= *campestris* F.)

— Hinterleib schwarz mit zackig rotgelbem Seitenrand, Flügel fast glashell. Larven an älteren Kiefern (in Beständen) in lockerem Gespinst mit wenig Kot.
A. nemoralis C. G. Thoms (= *stellata* Christ., *pratensis* F.)

Acantholyda nemoralis C. G. Thoms. (= stellata Christ.)

Syn.: *Lyda stellata* Christ.
Lyda pratensis F.
Acantholyda pinivora Ensl.

Große Kieferngespinstblattwespe

Imago: Länge 11—15 mm. Flügel klar, Stigma hell rotgelb, Fühler mit 31—33 Gliedern. Kopf schwarz mit gelber Zeichnung; gelb sind der Clypeus, ein großer Fleck zwischen Fühlerbasis und Augen, zwei solcher Flecke über der Fühlerbasis, ein schmaler Bogenstreif am oberen Augeneck und zwei längliche Scheitelflecke. Thorax schwarz; gelb sind die Ränder des Pronotums, die Tegulae, ein Doppelfleck des Mittellappens und oft auch das Schildchen und Hinterschildchen. Hinterleibsrücken oben meist größtenteils schwarz, nur an den Seiten rotgelb. — Die Färbung ist variabel, so können die gelben Zeichnungen auf Kopf und Thorax mehr oder weniger reduziert sein; andererseits kann der Hinterleibsrücken größtenteils rotgelb und nur an der Basis schwarz sein (beim ♀) (Abb. 6, S. 12).

Larve: Erwachsen olivgrün mit braunen Längsstreifen; ähnelt sehr der von *erythrocephala,* von der sie sich nach Sajo durch die wenigstens zum Teil schwarzen Füße unterscheidet, die bei *erythrocephala* stets hell gefärbt sind. Die verschiedenen Stadien zeigen Färbungsunterschiede.

Der Larvenkot bildet kleine, grüne, später rötliche walzenförmige unebene Stücke, in welchen man die zerbissenen Kiefernnadeln noch deutlich erkennt (Abb. 34).

Ei: Kahnförmig, der eine Pol etwas abgerundet, der andere wie der Schnabel eines Kahnes in eine nach aufwärts gerichtete Spitze ausgezogen (Abb. 35). Frisch abgelegt rein weiß, später schmutzig gelb.

Geographische Verbreitung: In allen Ländern Nord- und Mitteleuropas, von Lappland bis zu den Alpen, überall nicht selten.

Bionomie

Acantholyda nemoralis ist ein ausgesprochenes Kieferninsekt, welches besonders die gemeine Kiefer vom Stangen- bis zum Altholzalter bewohnt und nur unter ungewöhnlichen Verhältnissen an junge Kulturen geht. Neben der gemeinen Kiefer wird auch die Weymoutskiefer angenommen (wenigstens im Zuchtkäfig). Wo *Pinus silvestris* und *austriaca* gemischt stehen, wird immer nur die erstere befallen (Sajo).

Die Schwärmzeit der Wespe fällt in die Monate Mai/Juni, je nach der Lage der Örtlichkeit; in Ungarn beobachtete Sajo den Höhepunkt des Schwärmens schon Ende April. Die ♂♂ erscheinen vor den ♀♀. Die Dauer der Schwärmzeit beträgt etwa 3 Wochen. Die Tageszeit des Schwärmens erstreckt sich etwa von 9—13 Uhr, jedoch nur an warmen Tagen; bei trübem regnerischem Wetter findet kein Flug statt. Das Flugvermögen ist nicht besonders entwickelt. Die jungen Wespen kriechen zuerst am Boden umher, fliegen darauf niedrig an den nächsten Stamm, von diesem etwas höher an einen andern und gelangen so schließlich zur Krone. Bei Sonnenschein ist der Flug lebhafter und sie können dann die Krone ohne Zwischenstationen erreichen. Die auskommenden Wespen sind nahezu völlig geschlechtsreif. Bald nach ihrem Erscheinen findet die Begattung, meist in direktem Sonnenschein statt.

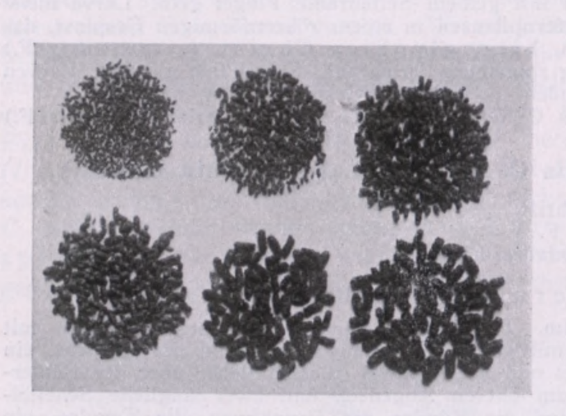


Abb. 34. Kot der Larven von *Acantholyda nemoralis* C. G. Thoms. (= *stellata* Christ.) in den 6 Stadien. (1/1.) Nach Scheidter



Abb. 35. Ei von *Acantholyda nemoralis* C. G. Thoms. (= *stellata* Christ.) auf einer Kiefernnadel. (4/1.) Nach Scheidter.

Kurz danach beginnen die ♀♀ mit der Eiablage. Sie sägen zuerst einen kurzen feinen Schlitz (von etwa 1/2 mm), bestreichen denselben mit etwas Kitt und legen nun das aus der Scheide austretende Ei auf den Schlitz, und zwar stets so orientiert, daß der abgerundete Pol des kahnförmigen Eies gegen die Nadelspitze zu gerichtet ist (Abb. 35). Gewöhnlich wird jede Nadel nur mit einem Ei, und zwar nahe von deren Spitze, belegt. Bei stärkerer Vermehrung findet man nicht selten auf einer Nadel auch mehrere Eier, die dann mehr basalwärts angeheftet sind. Die Zahl der Eier wurde von früheren Autoren mit 20—44 angegeben, während nach Baer auf Grund einwandfreier Beobachtungen die Zahl der von einem ♀ produzierten Eier weit höher ist und rund 80 beträgt (s. Escherich und Baer 1913). Scheidter hat dann später Baers Angabe durch Untersuchung der Ovarien von frisch geschlüpften ♀♀ ungefähr bestätigt bzw. die Zahl noch etwas erhöht, auf rund 90 bis 100 Stück. — Die Eiablage setzt kurz nach der Begattung ein und zieht sich über etwa 8—10 Tage hin, entsprechend der Reifung der Eier, die wiederum von der Witterung abhängig ist. Eine einmalige Begattung scheint zur Befruchtung aller verfügbaren Eier zu genügen.

Nach etwa 10—12 Tagen schlüpft die Larve aus. Vor dem Schlüpfen „gerät das fertige Lärvchen innerhalb der durchscheinenden Eischale in gewaltige Bewegung und drängt sich zuletzt ganz nach dem stumpfen Eiende hin, bis endlich die Eischale hier platzt und der Kopf der jungen Larve durch diesen Schlitz durchdringt; schließlich drängt sich der übrige Körper unter ‚schnellenden Bewegungen' nach" (Ratzeburg). Die leere Schale bleibt oft noch längere Zeit an der Nadel haften.

Die Larve beginnt unmittelbar nach dem Ausschlüpfen mit der Spinntätigkeit und zugleich auch mit dem Benagen der Nadel. Schon am folgenden Tag wird das Gespinst ziemlich dicht und nimmt dann die Form einer Röhre an. Auch werden jetzt schon mehrere Nadeln abgebissen. Nach Sajo bilden die zarten Nadeln des heurigen Triebes die ausschließliche Nahrung der jungen Larven, was aber nach anderen Autoren, wenigstens in dieser ausgesprochenen Form, nicht zutrifft. Es scheinen von jungen wie von alten Larven sowohl heurige als auch alte Nadeln gefressen zu werden, letztere allerdings mit Vorliebe. Ratzeburg fand die Larven „immer nur an älteren, meist den einjährigen Nadeln, gewöhnlich in der Mitte des Triebes oder da, wo mehrere quirlständige Ästchen einen bequemen Zufluchtort gewähren". „Im Zwinger machten sie sich aber auch an die Maitriebe, vielleicht, weil die ersterbende Saftbewegung abgebrochener Zweige sie nun schon den älteren ähnlich gemacht hat." Die Larven „fressen recht merklich"; Ratzeburg beobachtete z. B., daß von einer fast vollwüchsigen Larve in 1 Stunde eine Nadel, bisweilen auch ein ganzes Nadelpaar, und in 4 Tagen 15 Nadelpaare verzehrt wurden. Der Fraß ist teils „verschwenderisch", indem die Larven größere oder kleinere Teile übrig lassen, die im Gespinst hängen bleiben oder zu Boden fallen; in der Regel aber verzehren sie die Nadeln, die an der Basis dicht über den Nadelscheiden durchgebissen werden, vollständig bis zum letzten Spitzchen.

Das Wachstum der Larve geht sehr rasch; in $2^1/_2$—3 Wochen ist die Larve ausgewachsen. Das Wachstum vollzieht sich unter 5 Häutungen (Abb. 36); nach der 5. Häutung läßt sie sich zu Boden fallen, um in einer bohnenförmigen Höhle in verschiedener Tiefe (8—12 cm), — meist im Schirmbereich der Bäume, auf denen sie gefressen hat, bei Massenvermehrungen jedoch auch weiter verbreitet —, längere Zeit (1—2 Jahre) zu liegen und sich dann nach einer 6. Häutung zu verpuppen.

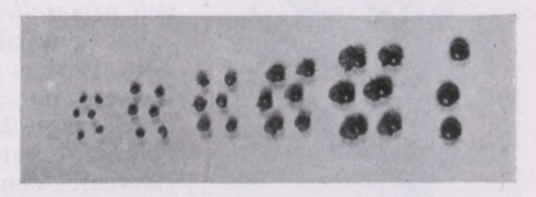


Abb. 36. Bei der Häutung abgesprungene Kopfkapseln von *Ac. nemoralis* C. G. Thoms. der Larvenstadien 1—6. (1/1.) Nach Scheidter

Die verschiedenen Stadien der Larve unterscheiden sich mehr oder weniger vor allem in bezug auf die Färbung: Gleich nach dem Auskommen ist das Lärvchen ganz hell (gelblichweiß), nur die Augen, ein schmaler Rückenschild nebst Fühler und Fußringeln sind schwarz, der Kopf grau punktiert; nach kurzer Zeit wird der Leib etwas dunkler (schmutzig grünlich), der Kopf braun. Nach der 1. Häutung färbt sich der Leib bräunlichgrün, nach der 2. erscheint ein dunklerer rotbrauner „gesägter" Längsstreifen auf der Mittellinie des Rückens und ferner feine Längsstreifen auf der Mittellinie des Bauches und links und rechts über den Seitenfalten. Heller gefärbt sind die ersten Rückenwülste eines jeden Segmentes und die in deren

Seiten hinziehende Längsfalte. Im letzten Stadium (Erdlarve) verschwindet die bunte Zeichnung, und auf der einfarbigen Larve heben sich nur noch die dunkleren Längslinien auf dem Rücken, dem Bauch und an den Seiten ab. Bei den Färbungsunterschieden der verschiedenen Stadien ist noch zu berücksichtigen, daß die *nemoralis*-Larven auch im gleichen Alter in ihrer Färbung sehr variabel sind, woraus die bisweilen etwas abweichende Beschreibung der verschiedenen Autoren zu erklären ist.

Ein besonders charakteristisches Merkmal des *nemoralis*-Fraßes ist das Gespinst, das sich jede Larve einzeln für sich anfertigt; dasselbe ist durchsichtig, bald dichter, bald etwas lockerer und enthält gewöhnlich nur ganz wenig Kot, daneben Überbleibsel von vertrockneten Nadeln (Abb. 37). Die Kotlosigkeit ist darauf zurückzuführen, daß die Larve den Kot hinausschafft. „Ich bemerkte öfters", berichtet Ratzeburg (III, S. 74), „daß die Larve an das Ende der Gespinströhre ging, um den After hinauszustrecken und den Kot wegzuwerfen, worauf sie dann gleich schnell wieder zu ihrem Fraß zurückkehrte". Wenn bei Massenvermehrungen viele Gespinste nebeneinander liegen, da wird natürlich viel Kot in den benachbarten Gespinsten hängen bleiben. Es können dann ähnliche Bilder entstehen wie bei den Kotsackgespinstwespen *(Cephaleia abietis, Acantholyda hieroglyphica)*.



Abb. 37. Gespinst (fast kotfrei) von *Ac. nemoralis* C. G. Thoms. Nach Ratzeburg

Die Generation ist (zweijähriges Überliegen der Larven!) in der Regel dreijährig. Daneben mögen auch unter besonders starken Licht- und Wärmeeinflüssen kürzere Entwicklungszeiten und eine zweijährige und vielleicht sogar eine einjährige Generation vorkommen (Lüke).

Über die natürlichen Feinde von *nemoralis* ist bis jetzt nicht allzu viel bekannt geworden. Obenan unter ihnen steht nach Lüke das Schwarzwild, das die Larven im Boden dezimiert (ein erlegtes Stück zeigte beim Aufbruch als eingenommene Nahrung fast nichts anderes als *nemoralis*-Larven). Von Parasiten werden Tachinen (F. Eckstein 1922), einige Schlupfwespen genannt *(Xenochelis fulvipes* und besonders *Trichogramma)* (s. unten S. 43); und von räuberischen Insekten wurden Libellen, Raubfliegen *(Asilus)* und Ameisenlöwen beobachtet (Lüke), wie sie den schwerfälligen Wespen nachstellten.

Gradation, forstliche Bedeutung und Bekämpfung

Irgendwelche exakte Untersuchungen über die Abhängigkeit der Vermehrungsgröße von den verschiedenen Außenfaktoren (Temperatur, Luftfeuchtigkeit usw.) liegen noch kaum vor. Als begünstigender Faktor der Massenvermehrung wird in den bisherigen Berichten stets nur der schlechte Zustand der Bestände betont, sei es, daß es sich um an und für sich schlecht-

wüchsige Bestände handelt oder um solche, die vorher durch stärkeren Fraß anderer Insekten (Nonne, Spinner, Spanner usw.) mehr oder weniger geschwächt waren. Diese Angaben, die sich bis heute durch die Literatur durchgeschleppt haben, werden wohl darauf beruhen, daß in schlechten oder fraßgeschwächten Beständen die Folgen besonders schwer und auffallend sind (und nicht etwa auf einer Sekundärität).

Die Gradationen ziehen sich in der Regel über eine längere Zeitdauer von etwa 10—15 Jahren hin (was bei der meist dreijährigen Generation einer drei- bis fünfmaligen Fraßperiode gleichkommt. Eckstein gibt als Fraßjahre in der Oberförsterei Börnichen an: 1880, 1883, 1886 und 1889, in einer andern Oberförsterei (Dammendorf) 1882, 1885 und 1888. Wenn in den Zwischenjahren schwärmende Wespen und fressende Larven in geringer oder auch in größerer Anzahl vorkommen, so rührt dies daher, daß auch eine kürzere Generationsdauer vorkommt, oder aber eine Reihe dreijähriger Generationen nebeneinander herlaufen.

Die Ausbreitung des Fraßes geht bei der geringen Flugaktivität der Wespe langsam vor sich, und zwar von kleineren Fraßzentren aus, indem nach jeder Flugperiode die Peripherie der Befallsfläche sich nur etwas erweitert. Und so erstreckt sich der *nemoralis*-Fraß nur selten über weit ausgedehnte Gebiete. Meist handelt es sich um verstreute Flächen von etwa 100—200 ha.

Über das Erlöschen der Gradation liegen bis jetzt nur wenig sichere Angaben vor, weder im Hinblick auf die Zeit noch auch auf die Ursachen der Krisis. Einigemal wird angegeben, daß durch heftige Gewitter mit Platzregen und Hagel während der Schwärmzeit ein großer Teil der Wespen vernichtet wurde; doch sind das Ausnahme- bzw. „Unglücksfälle", die nicht maßgebend für den natürlichen Verlauf einer Gradation sind.

In einem Fall (Forstamt Arzberg in Oberfranken [1921]) kann als Ursache des Niedergangs der Gradation eine starke Trichogrammierung angenommen werden; waren dort doch bis 98 % der *nemoralis*-Eier mit *Trichogramma (evanescens?)* besetzt. Die trichogrammierten Eier zeigen eine dunkelbraune bis schwarze Färbung und lassen sich daher unschwer von den gesunden unterscheiden. Die meisten *nemoralis*-Eier waren von je einer ganzen Anzahl von *Trichogramma*-Larven befallen (von 4 bis 24 Stück in einem Ei). Je nach der Stärke des Befalls der Eier sind diese leicht eingefallen, bzw. mit kleinen Eindrücken versehen, oder aber prall ausgedehnt. Nach Scheidter (1926) kam nur ein Teil der *Trichogramma*-Wespen im Jahr der Parasitierung aus, die meisten verharrten als Larven im Ei bis zum nächsten Frühjahr, um dann erst im März, wenn die frischen *Acantholyda*-Eier abgelegt sind, als Wespe auszukommen und die letzteren wieder zu belegen.

Außer den *Trichogramma*-Larven befand sich im Ei bisweilen noch eine andere Schlupfwespenlarve, die sich nach dem genannten Autor als Hyperparasit von jenen nährt. Die Larve ergab *Closterocerus (Eutedon) ovulorum* Ratz., die aber Ratzeburg und auch Trägårdh als Primärparasiten ansehen.

In dem von Scheidter beschriebenen Fall fraß neben der *Ac. nemoralis* auch die Kieferneule, deren Eier ebenfalls stark trichogrammiert waren, so daß hier

eine Infektion der *nemoralis*-Eier von der Eule her angenommen wird. Doch scheinen auch anderwärts verschiedentlich starke Eiparasitierungen vorgekommen zu sein, ohne daß sie als solche erkannt wurden; wenigstens deuten manche in den Berichten vorkommende Angaben von massenweisem Eingehen der *nemoralis*-Eier darauf hin. Und so ist vielleicht die Einleitung der Krisis der *nemoralis*-Gradationen durch hochprozentige Trichogrammisierung, wie wir sie hier kennengelernt haben, durchaus keine Ausnahmeerscheinung.

Daß auch die Tachinose an der Krisis beteiligt sein kann, geht aus einer Beobachtung F. Ecksteins hervor, wonach im Juni 1921 bis 60 % der von einem bayerischen Forstamt eingesandten Larven mit Tachinenmaden besetzt waren, die allerdings zum Teil durch Einkapselung durch den Wirt unschädlich gemacht werden konnten [1]).

Die wirtschaftliche Bedeutung ist nicht gering; jedenfalls weit schlimmer als die von *Cephaleia abietis* und auch den anderen *Acantholyda*-Arten. Bei stärkeren Gradationen kommt es regelmäßig, wenigstens stellenweise zu Kahlfraß, und dieser führt, besonders wo es sich um durch andere vorhergegangene Kalamitäten schon geschwächte Bestände handelt, meist zum Absterben. Bei der von Altum (1899) beschriebenen Gradation im Regierungsbezirk Frankfurt a. O. (von 1882 bis 1888) mußten z. B. in einem Revier 60 ha, in einem anderen 35 ha als Folge des *nemoralis*-Fraßes abgetrieben werden. So können wir *Acantholyda nemoralis* zu den sehr schädlichen Forstinsekten zählen.

Über eine Reihe größerer Kalamitäten wird in der forstlichen Literatur berichtet (Hopf, Altum, Eckstein, Sajo, Lüke, Scheidter). Vor allem fanden solche in Schlesien, in der Mark, in Sachsen, im Reg.-Bez. Frankfurt a. O. und Merseburg, ferner auch in Bayern (Oberfranken), Ungarn usw. statt. In den meisten Fällen wurden kleinere oder größere Flächen kahlgefressen und zum Absterben gebracht.

Die Bekämpfung ist sehr schwierig und alle bisher in Vorschlag gebrachten Gegenmittel haben mehr oder weniger versagt. Nach Altum (1899) und Lücke (1900 und 1903) sollen mit Leimringen und eingeschlagenen geleimten Pfählen gute bis sehr gute Erfolge erzielt worden sein; doch ist demgegenüber nach den Erfahrungen bei *Cephaleia abietis* eine gewisse Skepsis erlaubt. Schweineeintrieb mag, wo geeignete Rassen zur Verfügung stehen, angewandt werden. Lüke meldet gute Erfolge: „Die Schweine haben eine ganz besondere Vorliebe für die *Acantholyda*-Larven (*Lophyrus*, Spanner und andere Insekten lassen sie ganz unbeachtet) und sie finden auch die Stellen sofort heraus, die am meisten besetzt sind.“ Durch den Eintrieb von rund 70 Schweinen wurde die Zahl der Larven von rund 200 je Quadratmeter auf rund 10 bis höchstens 20 Stück reduziert! — Auch an die Möglichkeit einer künstlichen Trichogrammierung wäre zu denken.

Bezüglich einer chemischen Bekämpfung liegen noch gar keine Erfahrungen vor. Sie könnte versucht werden gegen die Erdlarven

---

[1]) Während der Korrektur erhielt ich die Arbeit von E. Heidenreich (Untersuchungen der Virus-Krankheiten einiger Forstinsekten, Verhandl. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie Bd. III, 1939), in der über eine Virus-Krankheit der Bodenlarven berichtet wird. Sie beginnt mit kleinen Granulationen im Fettgewebe, aus denen sich rundliche Einschlußkörper bilden (ähnlich wie bei den Polyederkrankheiten). Ein großer Teil der Larven waren davon befallen, die Larven nahmen dabei (wie bei Bakteriosen) eine dunkelgraue Färbung an.

und Puppen in Verbindung mit Umhacken des Bodens oder aber in der Weise, daß man den Boden vor dem Herunterkommen der Larven mit einem Kontaktgift bestreut. Zu prüfen wäre auch, ob die in den Gespinsten lebenden Larven einer chemischen Behandlung zugängig sind. Endlich wäre auch daran zu denken, die an Stämmen laufenden und sitzenden Wespen, deren ungeheure Massen den Stamm oft völlig bedecken, mit Kontaktmitteln zu bestäuben.

Unbedingt notwendig wird stets eine genaue Orientierung über den Verlauf der Gradation und über die Stärke des Befalls in den verschiedenen Abteilungen sein. Eine solche geschieht am besten durch Bodenuntersuchung zur Feststellung der Larven- und Puppenzahlen, wobei auch auf den Prozentsatz der verpuppungsreifen Larven (Puppenaugen s. oben S. 15) zu achten ist.

Um einen Anhaltspunkt über die Relation, Larvenzahl und Fraßintensität zu haben, seien einige Zahlen von K. Ecksteins Untersuchungen angeführt. Danach wurden an Orten mit 75prozent. Entnadelung der Baumkronen 287—362 Larven je Quadratmeter, in solchen mit 5—10prozent. Entnadelung rund 30 Larven je Quadratmeter und an solchen, wo die Kronen „nur wenig befressen" waren, durchschnittlich 15 Larven je Quadratmeter festgestellt.

Acantholyda erythrocephala Chr.

Stahlblaue Kieferngespinstblattwespe

Imago: Länge 10—12 mm. An der blauschwarzen Färbung des Thorax und Hinterleibes (und beim ♂ auch des Kopfes) leicht zu erkennen. Auch die Beine sind zum größten Teil schwarzblau, nur an den Vorderbeinen sind Kniee, Tibien und Tarsen rotgelb. Beim ♀ ist der Kopf hellbraunrot; nur ein kleiner Ocellenfleck, der sich bisweilen bandförmig gegen die Augen zu ausdehnt (var. vittata Ensl.), schwarzblau.

Larve: Oliv- bis graugrün mit Querreihen bräunlicher Flecke und drei bräunlichen Längsstreifen, das 1. Segment mit schwarzem Schild, das letzte Segment ungefleckt, der Kopf gelb bis bräunlich mit braunen Flecken.

Ei: Walzenförmig, 2½—2⅓ mm lang, anfangs dottergelb, später dunkler, schmutziggelb oder grün.

Die geographische Verbreitung erstreckt sich von England bis Sibirien und von Lappland bis zu den Alpen.

Bionomie

Wie die vorige Art ist *A. erythrocephala* ein ausgesprochenes Kieferninsekt. Ihre Larve wird sowohl auf der gemeinen Kiefer *(Pinus silvestris)* angetroffen als auch auf der Bergkiefer *(P. montana)*, der Weymouthskiefer *(P. strobus)*, die besonders beliebt zu sein scheint, und der Arve *(P. cembra)*. Dagegen soll *Pinus austriaca* nach Sajo gemieden werden. Bevorzugt werden Pflanzen im Schonungsalter (etwa 10—15jährig), doch findet man sie auch an älteren Bäumen.

Die Schwärmzeit beginnt frühzeitig, in der Regel im April (Sajo beobachtete in Ungarn das regste Schwärmen am 12. April), doch sind auch schon im März, andererseits noch im Mai, ja sogar (bei Königsberg) noch im Juni schwärmende Wespen beobachtet worden (in Sibirien

ist die Hauptschwärmzeit in der ersten Hälfte des Juni). Die ♂♂ erscheinen früher als die ♀♀, sie sind gegenüber den letzteren stark in der Minderzahl (nach S a j o ist das Verhältnis der ♂♂ zu den ♀♀ wie 1 : 10). Die Eier werden zeilenweise auf der Oberseite der Nadeln aneinandergereiht, so daß sie mit ihren abgestumpften Spitzen aneinander kleben (Abb. 38). Die Eizeilen können 3 bis 12 Eier enthalten. Zur Eiablage werden die sonnigen Lagen bevorzugt, und zwar vor allem die niedrigeren Zweige bis zu etwa 1,80 m Höhe. „Sehr gern wählt sich das ♀ solche Zweige, die ganz unten auf dem Boden aufliegen und auch meistens nur dürftige Nadeln erzeugen (S a j o)." Immer sind es die v o r j ä h r i g e n N a d e l n, die mit Eiern belegt werden, meistens an einem Trieb nur 1—2 Nadeln. Die Eier nehmen während der Embryonalentwicklung an Umfang wesentlich zu, wie aus den beiden Abbildungen (Abb. 38 a und b) zu ersehen ist.

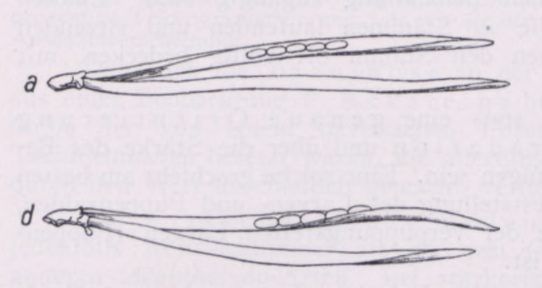


Abb. 38. Eigelege von *Acantholyda erythrocephala* Chr. auf einer Kiefernnadel; a frisch gelegte Eier, b vollwüchsige Eier vor dem Schlüpfen. (2/1.) Nach Sajo

Nach 1—2 Wochen schlüpfen die L a r v e n aus. Diese begeben sich sogleich an die Basis der Nadeln, um ihre G e s p i n s t e zu verfertigen. Letztere sind außen glatt, innen in einzelne Röhren (für je eine Larve) abgeteilt und enthalten nur w e n i g K o t (Abb. 39). Die Larven leben in dem Gespinst wohl gesellig, doch jede in ihrer eigenen Röhre. Sie fressen nur vorjährige Nadeln und wenn diese an ihrem Geburtstrieb abgefressen sind, holen sie solche von den benachbarten Trieben.

Das W a c h s t u m d e r L a r v e n geht, wie bei allen *Acantholyda*-Larven, sehr rasch vor sich. Ende Mai, anfangs Juni sind die Larven bereits ausgewachsen; sie lassen sich dann zu Boden fallen, um in das Ruhestadium in einer Erdhöhle einzugehen. Über die Dauer des Ruhestadiums herrscht noch keine volle Klarheit. S a j o spricht von einem „jährlichen Schwärmen beiläufig in derselben Zahl", und auch P r o z o r o v (1925) und J o a k i m o v (1921) sprechen von einer einjährigen Generation; nach ihnen währt das Ruhestadium bis zum folgenden Frühjahr, worauf das 15- bis 18tägige Puppenstadium folgt.

Über die n a t ü r l i c h e n F e i n d e ist bis jetzt noch wenig bekannt. S a j o vermutet C o c c i n e l l i d e n und einige R h y n c h o t e n als Zerstörer der Eier. J o a k i m o v (1921) nennt als Parasiten den Ichneumoniden *Holocremus heterogaster* Thoms. (bis 20 % Parasitierung).

G r a d a t i o n u n d f o r s t l i c h e B e d e u t u n g

Die stahlblaue Kieferngespinstblattwespe tritt n u r s e l t e n i n s t ä r k e r e G r a d a t i o n e n ein. Vereinzelt treten wohl kleine Gradationsherde auf, ohne daß diese größere Ausbreitung erlangen. Wenn sich der Fraß über 20—25 ha erstreckt, wie in dem von R a t z e b u r g (W. *1.*



Abb. 39. Kiefernzweig mit Fraßgespinsten von *Ac. erythrocephala* Chr. (1/1.)
Nach Eckstein

S. 184) erwähnten Beispiel, so gehört dies schon zu den selteneren Vorkommnissen. Als besonderes Beispiel wird der Fraß an Weymouthskiefern im Botanischen Garten in Breslau erwähnt, der im Jahre 1850 stattfand und etwa 1/4 ha betraf. Die Gradationsdauer ist — im Gegensatz zu der hartnäckigen *nemoralis* — meist nur kurz. Gewöhnlich handelt es sich nur um 1 oder 2 Fraßjahre. Dementsprechend sind auch die Folgen des *erythrocephala*-Fraßes nicht allzu heftig. In fast allen Fällen erholen sich die Bäume wieder vollständig; im Breslauer botanischen Garten blieben die Maitriebe der Weymouthskiefern etwas zurück, das war alles.

Prozorov (1925) berichtet über einen größeren Fraß bei Omsk (Sibirien), doch auch hier bestanden die Folgen hauptsächlich in Zuwachsverlust.

Angesichts des verhältnismäßig geringen wirtschaftlichen Schadens und andererseits der Schwierigkeit der Bekämpfung wird man eine solche am besten unterlassen. Prozorov gibt an, daß Mischbestände weniger befallen wurden als reine und empfiehlt daher zur Vorbeugung die Einbringung anderer Holzarten.

Acantholyda hieroglyphica Christ.

Syn.: *Lyda campestris* L.

Kiefernkultur-Gespinstblattwespe.

Imago: Gehört zu den größten Lyden, Länge 12—17 mm. Flügel glänzend goldgelb, Geäder rotgelb, Stigma rotgelb mit breiter schwarzer Basis. Kopf und Thorax schwarz mit gelben Zeichnungen. Hinterleib rotgelb, nur das 1. und 7.—9. Segment schwarz; außerdem trägt das 2. Segment meist einen schwarzen Mittelflecken und das 6. ist meist schwarz mit gelben Seiten. Fühler 30—37gliedrig, rotgelb, nur beim ♂ die beiden ersten Glieder oben schwarz. Beine rotgelb, Hüften, Trochanteren schwarz, beim ♂ ferner die Basis aller oder der vorderen Schenkel, beim ♀ alle Schenkel bis zu den Knien schwarz.

Larve: Der Larve von *Ac. erythrocephala* sehr ähnlich. Schmutzig bräunlichgrün, durch Querreihen dunklerer Fleckchen etwas gesprenkelt, dorsal und ventral mit dunkler Mittellinie, die hinten etwas breiter wird. Nackenschild meist etwas heller als die Grundfarbe, Kopf hellgrünlich braun, mit ausgezogenen dunkleren Fleckchen. Nach der letzten Häutung wird die Farbe noch schmutziger und unbestimmter. In der Erde werden sie reingrün oder dottergelb.

Ei: Kahnförmig wie das Ei von *Ac. nemoralis*.

Die geographische Verbreitung erstreckt sich wie bei den anderen Kiefern-Acantholyden über das ganze mittlere und nördliche Europa, wohl überall hin der Futterpflanze folgend.

Bionomie

Ebenfalls ein ausgesprochenes Kieferninsekt, das sowohl auf der gemeinen Kiefer als auch auf der Weymouthskiefer vorkommt, und zwar vor allem auf jungen 2—6jährigen Pflanzen, selten auch an älteren.

Die Wespe fliegt spät, im Juni, da die Eiablage an die Nadeln des fertigen Maitriebes stattfindet. Gewöhnlich wird nur ein Ei an jeden Maitrieb abgelegt (selten zwei). Die Larve fertigt eine Gespinströhre, die unter dem Knospenquirl des Maitriebes beginnt und meist bis zur Basis des letzteren reicht. In dieser Gespinströhre sammelt sich der walzenförmige Kot (zuerst grünlich, dann rotbraun) an, so daß sie allmählich zu einem wurstförmigen Kotsack wird. Entsprechend der Fraßrichtung von oben nach unten sind die Kotstückchen in den oberen Partien der Gespinströhre noch sehr klein und werden nach unten zu immer größer (Abb. 40). Der Maitrieb wird durch den Fraß nicht selten gänzlich seiner Nadeln beraubt, oder es bleiben nur einzelne Paare ganz oder zum Teil abgebissen stehen. Die Larve kommt aus der unteren Öffnung oder auch aus der Mitte des Sackes hervor, um sich Nadeln zu holen, mitunter auch mit Hilfe einiger gesponnener Fäden, von weiter her, von einem Seitentrieb. Gewöhnlich wird nur der Mitteltrieb der jungen Pflanze mit einer Kotwurst besetzt; mitunter werden aber auch noch ein oder zwei Seitentriebe belegt, so daß dann an einer Pflanze 2 oder 3 Kotgespinste zu finden sind.

Ausnahmsweise werden ältere, 8—10jährige Kiefern angegangen, die dann eine ganze Anzahl von Kotsäcken tragen können (E c k s t e i n beobachtete einmal 20 von je einer *hieroglyphica*-Larve bewohnte Gespinste an einem Baum). Im Sommer 1938 wurden uns von Herrn S c h e r r e r (München) Triebe von der seltenen *Pinus montezumae* aus einem Park in



Abb. 40 Fraß von *Acantholyda hieroglyphica* Christ. an einer jungen Kiefer. Unten links sieht man die Larve, die aus ihrem Kotsack mit dem Vorderteil des Körpers herauskommt, um eine Nadel abzubeißen. Nach R a t z e b u r g



Abb. 41. Fraß von *Acantholyda hieroglyphica* Christ. an *Pinus montezumae* (10jährig)

Lugano eingesandt, an denen große Kotwülste hingen; es handelte sich um etwa 10jährige Bäume (Abb. 41). Leider waren keine Larven mehr vorhanden. Die Kotgespinste entsprechen aber vollkommen denen von *hieroglyphica,* so daß an der Identität kein Zweifel bestehen dürfte.

Der Larvenfraß ist Ende Juli, anfangs August beendet; die Larve geht wie die anderen Pamphiliiden in den Boden, wo sie bis zu ihrer Verpuppung,

meist im kommenden Mai, ruht. Die Generation ist also in der Regel einjährig, doch kommt nach Ratzeburgs Beobachtungen (F. *3*. S. 78) auch ein Überliegen und demnach mehrjährige Generation vor.

Die forstliche Bedeutung von *Acantholyda hieroglyphica* ist im allgemeinen nur gering, da einmal ihr Auftreten sich in der Regel in mäßigen Grenzen hält und sodann die meisten der befressenen Pflanzen sich wieder erholen, soweit es sich nicht um ganz junge Pflanzen in Samenschlägen handelt [1]). Wenn man ernstere Beschädigungen fürchtet, kann man ja durch Zerdrücken oder Ablesen der leicht sichtbaren Gespinste bzw. der darin befindlichen Larven den Fraß stoppen, d. h. wenn dies frühzeitig genug geschieht (Eckstein 1889).

Literatur (Pamphiliidae)

Altum, B., 1882, Das Auftreten von Gespinstblattwespen *Lyda pratensis* F. und *hypotrophica* in den letzten Jahren. Z. f. Forst- u. Jagdw. *14*, 281—291.

— — 1884, Über die Gespinstblattwespe *Lyda pratensis* und *hypotrophica*. Ebenda *16*, 246—252.

— — 1899, Lebensweise und Bekämpfung der *Lyda pratensis* F. (*stellata* Christ.). Ebenda *31*, 471—478.

Aulló Costilla, M., 1929, Principales enemigos enfermedades de las repoblaciones en España. Rev. Biol. for. Limnol. *1* (A) Madrid.

Baer, W., 1903, Beobachtungen über *Lyda hypotrophica* Ht., *Nematus abietinus* Chr. und *Grapholitha tedella* Cl. Thar. Forstl. Jahrb. *53*, 171—208.

— — 1916, Über Nadelholz-Blattwespen. Nat. Zeit. Forst- u. Landw. *14*, 307—325.

Boas, J. E. V., 1934, Ein ernster Angriff von *Lyda arvensis* Pz. Z. f. ang. Ent. *20*, 268—280.

Borries, 1896, Naaletraenes Bladvespe. Entom. Meddelelser *5*, 273.

Brischke, C. G. A., u. Zaddach, G., 1865, Beobachtungen über die Arten der Blatt- und Holzwespen. *Lydidae*. Schriften d. Kgl. Phys. Ökon. Ges. Königsberg *6*, 105—202. 1 Taf.

Conde, O., 1937, Ostbaltische *Tenthredinoidea*. III. Korrespondenzbl. Naturf. Ver. Riga *42*, 111.

Eckstein, K., 1889, Beiträge zur Kenntnis der Gespinstblattwespen. Z. f. Forst- u. Jagdw. *21*, 210—218.

— — 1890 a, Zur Biologie der Gattung *Lyda* F. Zool. Jahrb. Abt. Syst. 5, 425—436, Taf. XXXV.

— — 1890 b, Weitere Beiträge zur Kenntnis der Gespinstblattwespen. Z. f. Forst- u. Jagdw. *22*, 703—714.

Eckstein, F., 1922, Abwehr gegen Tachineninfektion. Centr. Bl. f. Bakt. Parasitenkde. u. Infekt. *2*, Abt., *57*, 61—68.

Enslin, E., 1914, Die Blatt- u. Holzwespen *(Tenthredinoidea)*. Die Insekten Mitteleuropas. Bd. *3*. Stuttgart.

— — 1912—1917, Die *Tenthredinoidea* Mitteleuropas. Deutsche Ent. Zeitschr. Beihefte.

Escherich, K., u. Baer, W., 1913, Die Eizahl von *Lyda stellata* Christ. (Thar. Zool. Miszellen. Vierte Reihe Nr. III.) Nat. Zeit. f. Forst- u. Landw. *11*, 109.

Hartig, Th., 1837, Die Familien der Blatt- u. Holzwespen. Mit 8 Taf. Berlin.

Joakimov, D., 1921, Schäden durch *Acantholyda erythrocephala* L. und ihre Bekämpfung. Rev. Inst. Rech. Agron. Bulgarie *2*. Sofia 1921.

Keller, C., 1920, Die Forstfauna der Schweiz. Festschrift für Zschocke. Basel.

Konow, Fr. W., 1901—1908, Systematische Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen *Chalastogastra*. Teschendorf.

Krause, A., 1917, Forstentomologische Exkursionen ins Erzgebirge zum Studium der Massenvermehrung der *Cephaleia abietis* L. Arch. f. Naturgesch. 83 (Abt. A), 46—49.

[1]) In Spanien soll *Ac. hieroglyphica* zu den wichtigsten Kiefernschädlingen gehören (Aulló Costilla 1929).

Lang, Gg., 1893, Das Auftreten der Fichtengespinstblattwespe, *Lyda hypotrophica* in den bayer. Staatswaldungen des Fichtelgebirges während der Jahre 1890—1892. Forstl.-naturw. Zeitschr. *2*, 1—8.
— — 1894, Das Gleiche — im Jahre 1893. Ebenda *3*, 18—27.
— — 1895, Das Gleiche — im Jahre 1894. Ebenda *4*, 24—30.
— — 1897, Das Gleiche — während der Jahre 1895 u. 1896. Ebenda *6*, 233—240.
Lüke, 1900, Zur *Lyda*-Kalamität. Z. f. Forst- u. Jagdw. *32*, 288—297.
— — 1903, Weiteres zur *Lyda*-Kalamität. Ebenda 35, 411—417.
Nitsche, H., 1888 a, Über den Fraß von *Lyda hypotrophica*. Thar. Forstl. Jahrb. *38*, 58—66.
— — 1888 b, Weiteres über den Fraß von *Lyda hypotrophica* Hartig. Ebenda 285—291.
Nördlinger, H., 1864, Die gesellige Fichtenblattwespe *Lyda hypotrophica* Hart. (Nach Mitteilung des Herrn Oberförsters Prost zu Weingarten.) Pfeils krit. Blätter *47*, 248—251.
Prozorov, S. S., 1925, The Pine Redheaded Sawfly, *Acantholyda erythrocephala* L. Trans. Siberian. Agric. Acad. *4*, Suppl. (Rev. appl. Ent. *13*, 312—313.)
Sajo, K., 1898, Zur Lebensweise von *Lyda erythrocephala* L. und *stellata* Christ. Forstl. nat. Zeitschr. *7*, 237—247.
Scheidter, Fr., 1916, Beiträge zur Biologie u. Anatomie der Fichtengespinstblattwespe, *Lyda hypotrophica* Htg. (= *Cephaleia abietis* L.). Z. f. ang. Ent. *3*, 97—116.
— — 1926 a, Parasiten aus den Eiern der *Lyda stellata* Chr. (Forstentomologische Beiträge Nr. 4.) Z. f. Pflanzenkr. u. -schutz *36*, 146—151.
— — 1926 b, Zur Lebensweise der Kiefernbestandsblattwespe, *Lyda stellata* Chr. (Forstentomologische Beiträge Nr. 9.) Z. f. Pflanzenkr. u. -schutz *36*, 202—209.
Schimitschek, E., 1928, Die Bekämpfung der Fichtengespinstwespe, *Lyda hypotrophica* Htg. Wien. Allg. Forst- u. Jagdztg. *46*, 100.
Schulze, H., 1925, Zur Biologie der Blattwespenlarve *Lyda clypeata* Klug. Zool. Anz. *63*, 13—32, 82—89.
Sihler, 1913 a, Über das Auftreten der Fichtengespinstblattwespe in den Fichtenwaldungen Oberschwabens. Silva 357—358.
— — 1913 b, Über die Gespinstblattwespe, *Lyda hypotrophica* Hart. Jahresbe. Ver. vaterl. Naturkde. Württemberg *69*.
Trägårdh, Jvar, 1919, Granspinnrestekeln *(Cephaleia signata* F.). (Skogsinsekternas Skadegörelse under Ar 1917.) Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Häft 16, No. 4, 101—109.
Wachtl, F. A., 1898, *Cephaleia lariciphila* n. sp. Ein neuer Feind der Lärche *(Larix europaea* D. C.). Wien. Ent. Zeit. *17*, 93—95.
Wiehl, J., 1896 u. 1897, Über das Auftreten einer neuen *Lyda*-Art (Bemerkung). Verhdl. der Forstwirte von Mähren und Schlesien *47*, 458—459 u. *48*, 363.
Wülker, G., 1924, Die Kiefer und ihre Feinde. Senck. Naturforsch. Ges. 54. Bericht.

2. Fam. Tenthredinidae

Die Tenthrediniden sind von der vorigen Familie der Pamphiliiden in mehreren wesentlichen Punkten auffallend verschieden: Die Imagines durch die Fühler (geringere Gliederzahl, Mannigfaltigkeit der Form: gekeult, gefiedert, gesägt usw.), den Hinterleib (mehr oder weniger eiförmig) und das Flügelgeäder usw.; die Larven durch das Vorhandensein von 12—16 Bauchfüßen, wodurch ihr Habitus sich dem der Lepidopteren-Raupen nähert („Afterraupen").

Die mitteleuropäischen Tenthrediniden lassen sich in 4 Unterfamilien gruppieren:

Tenthredinidae

Pronotum hinten tief ausgeschnitten. Flügel ohne Intercostalader. Basalnerv mündet vor oder in den Ursprung des Cubitus (bei den Pamphiliiden in die 1. Cubitalzelle). Hinterleib mehr oder weniger eiförmig.

Fühler 3—26gliedrig (die vielgliedrigen gesägt oder gefiedert). Sägescheide des ♀ nicht oder wenig vorragend. Die Larven sind „Afterraupen".

1 Fühler mit abgesetzter Keule und vor derselben mit 4 oder 5 Gliedern, Hinterleib an der Seite mit scharfer Kante . . 3. Cimbicinae
— Fühler ohne abgesetzte Keule 2
2 Fühler mit 3 Gliedern, das Endglied sehr lang, beim ♂ bisweilen gespalten . . . . 4. Arginae
— Fühler mit mindestens 6 Gliedern 3
3 Radialzelle ungeteilt (selten geteilt, dann die 2. Cubitalzelle mit beiden rücklaufenden Nerven). Fühler nie borstenförmig, mit 18—26 Gliedern, beim ♀ gesägt, beim ♂ gekämmt oder gefiedert. Larven 22füßig (8 Bauchfußpaare) . . . . 1. Diprioninae *(Lophyrinae)*
— Radialzelle in der Regel geteilt, wenn ungeteilt, dann die Fühler borstenförmig; letztere mit 9 Gliedern . . . . . . 2. Tenthredininae

Von den hier genannten Unterfamilien konzentriert sich das forstliche Interesse hauptsächlich auf die Diprioninae und Nematini (Tribus der *Tenthredininae)*, da unter diesen eine Reihe von Nadelholztieren vorkommen, die durch gewaltige Massenvermehrung sehr schädlich werden können. Diesen gegenüber treten in forstwirtschaftlicher Hinsicht die übrigen, die durchgehends Laubholztiere sind, in den Hintergrund.

1. Unterfam. Diprioninae (Lophyrinae)

Buschhornblattwespen

Die Diprioninen sind im allgemeinen, namentlich im ♀ Geschlecht plumpe Tiere mit kurz eiförmigem Körper, die durch ihre vielgliedrigen aber kurzen, beim ♀ sägezähnigen und beim ♂ dicht und lang gekämmten Fühler (Abb. 42—44) sich deutlich von den übrigen Unterfamilien der Tenthredinidae abzeichnen. Die Fühlerglieder sind viel breiter als lang, nur das dritte ist manchmal etwas länger als breit. Flügel mit einer Radial- und 4 Cubitalzellen, die Querader zwischen der 1. und 2. Cubitalzelle mehr oder weniger unvollständig, die zweite und dritte Cubitalzelle empfangen je einen rücklaufenden Nerven, die Intercostalzelle wenigstens beim ♀ mit einem Quernerv (Abb. 42). Die Larven sind 22füßig (8 Bauchfußpaare); ihre Fühler sind sehr klein undeutlich gegliedert.

Bionomie der Diprioninen

Die Buschhornblattwespen bilden nicht nur morphologisch, sondern auch in bionomischer und ökologischer Beziehung eine „so bestimmt in sich abgeschlossene Gruppe", daß wir hier vieles gemeinsam behandeln können.

Das Imaginalstadium

Das ♀ mit seinem plumpen schwerfälligen Körper ist sehr träge, sitzt meist auf ein und derselben Stelle und wird nur dann etwas munterer, wenn es von unmittelbarem Sonnenlichte getroffen wird. Ist dies der Fall, so werden seine Bewegungen lebhafter, es kriecht bis an die Spitze der Triebe, breitet die Flügel aus, und gibt durch raschen Flügelschlag einen singenden Ton, wie Mücken, von sich. Hat es eine Zeitlang geschwirrt, so fliegt es entweder eine kurze Strecke, oder es zieht plötzlich die Flügel an, und läßt

sich fallen, jedoch selten bis zum Boden; die stets zum Fluge geschickten Flügel können das Fallen augenblicklich wieder in erneuten Flug umwandeln (H a r t i g).

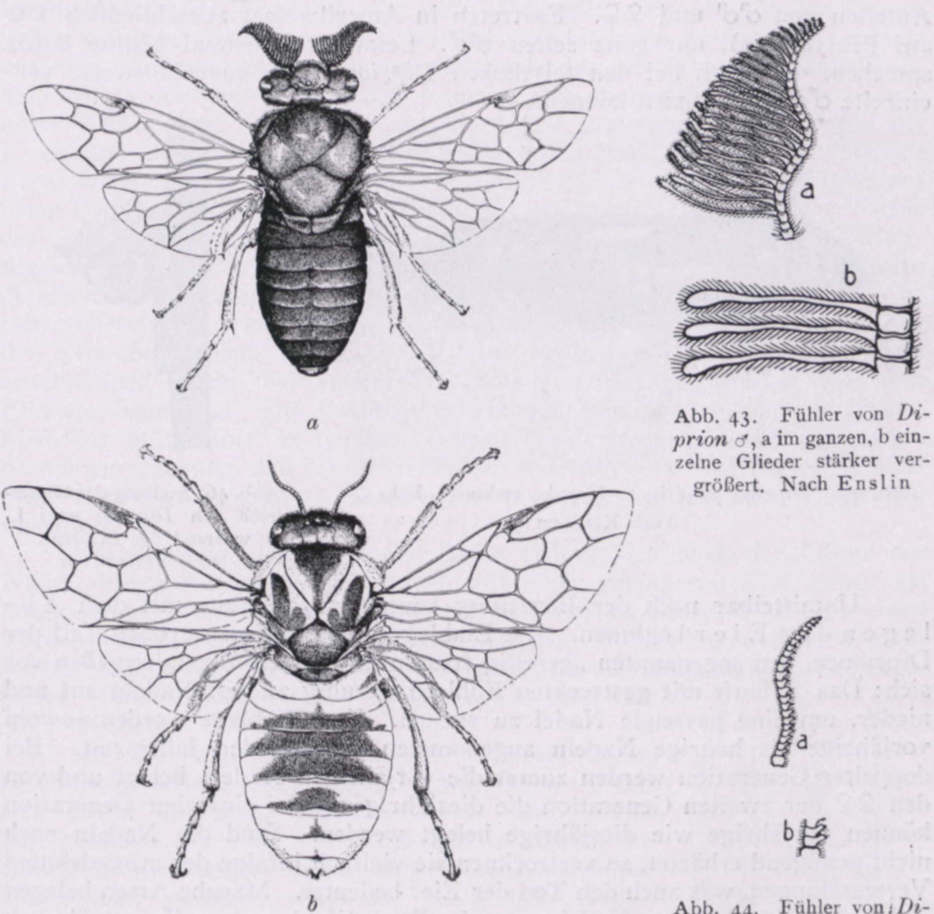


Abb. 42. *Diprion pini* L. a Männchen, b Weibchen. Nach Eliescu

Abb. 43. Fühler von *Diprion* ♂, a im ganzen, b einzelne Glieder stärker vergrößert. Nach Enslin

Abb. 44. Fühler von *Diprion* ♀, a im ganzen, b einzelne Glieder stärker vergrößert. Nach Enslin

Lebhafter als das ♀ ist das ♂. Hat es ein ♀ gefunden, so setzt es sich zu diesem auf dieselbe Nadel und nähert sich, rückwärts gehend, dem Hinterleib desselben, um sein Aftersegment unter den Bauch des ♀ zu schieben und die B e g a t t u n g zu vollziehen (Abb. 45). Letztere dauert etwa 15—75 Minuten.

Eine Begattung findet jedoch durchaus nicht immer statt; auch unbefruchtete ♀♀ können sich fortpflanzen, ja die P a r t h e n o g e n e s e ist eine s e h r h ä u f i g e E r s c h e i n u n g bei den Diprionen, die sich in verschiedener Weise auswirken kann: Je nach der Art entstehen aus den parthenogenetisch abgelegten Eiern entweder nur ♂♂ oder aber nur ♀♀. Ob aus unbefruchteten Eiern bei ein und derselben Art auch beide Geschlechter hervorgehen können, darüber ist noch wenig bekannt. Auf-

fallend ist, daß *D. polytomum*, nach Nordamerika verschleppt, sich dort nur parthenogenetisch fortzupflanzen scheint, während bei dieser Art in ihrer Heimat Europa in der Regel Gamogenie herrscht mit ungefähr gleichen Anteilen von ♂♂ und ♀♀. Es treten in Amerika fast ausschließlich ♀♀ auf (Telythokie), nur ganz selten ♂♂. Letzterer Umstand könnte dafür sprechen, daß auch bei den telythoken *Diprion*-Arten ausnahmsweise vereinzelte ♂♂ vorkommen können.



Abb. 45. *Diprion pini* L. in Kopula, rechts ♂, links ♀. Nach Eliescu

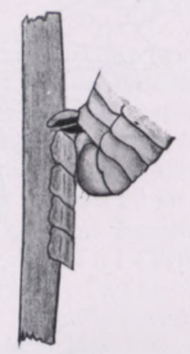


Abb. 46. Stellung des Hinterleibs von *Diprion pini* L. während der Eiablage. Nach Scheidter

Unmittelbar nach der Begattung kann das ♀ bereits mit dem Ablegen der Eier beginnen. Die Eiablage geht bei einem großen Teil der Diprionen, den sogenannten „gesellig fressenden" Arten folgendermaßen vor sich: Das ♀ läuft mit gestreckten Fühlern unruhig an den Nadeln auf und nieder, um eine passende Nadel zu suchen. Zur Eiablage werden sowohl vorjährige als heurige Nadeln angenommen je nach der Jahreszeit. Bei doppelter Generation werden zuerst die vorjährigen Nadeln belegt und von den ♀♀ der zweiten Generation die diesjährigen. Bei einfacher Generation können vorjährige wie diesjährige belegt werden. Sind die Nadeln noch nicht genügend erhärtet, so vertrocknen sie vielfach infolge der ausgedehnten Verwundungen, was auch den Tod der Eier bedeutet. Manche Arten belegen die beiden Nadeln eines Nadelpaares (z. B. *sertifer*), andere für gewöhnlich jeweils nur eine Nadel jedes Nadelpaares (z. B. *pini*).

Sagt einem ♀ die Nadel zu, so setzt es sich auf die Nadelkante wie im Reitsitz, wobei die Beine die Nadel umklammern. Dann setzt es die Spitze der Legesäge scharf auf die Nadelkante auf, wobei dieselbe von den beiden Scheidenklappen festgehalten wird (Abb. 46). Die Säge wird langsam bis zur Basis in das Nadelparenchym versenkt, worauf durch wechselseitiges Hin- und Herbewegen der beiden Sägeblätte dieses so weit aufgeschlitzt und erweitert wird, daß das Ei gerade darin Platz hat. Das Aufschlitzen geschieht mit den am Vordergrund der Sägeblätter befindlichen Zähnen, das Erweitern mittels der auf der Fläche der Sägeblätter in Reihen auf Leisten sitzenden Zähnen, die wie eine Feile wirken. Das herausgefeilte Blattfleisch tritt in Form kleiner Klümpchen nach außen, fällt entweder zu Boden oder wird bei einigen Arten mit dem aus besonderen Drüsen austretenden Sekret zu einer Kittmasse vermengt, die durch Eindringen von Luft während der Sägebewegung eine schaumige Struktur erhält.

Ist die Eitasche gefertigt, so führt das ♀ die Säge langsam nach rückwärts, wobei das Ei in dieselbe eingebettet wird. Das Einschneiden der Eitasche und Hineinschieben des Eies in dieselbe ist also ein einheitlicher und zusammenhängender Vorgang, der nicht abgesetzt oder unterbrochen wird. Schon während dieses Vorgangs tritt bei verschiedenen Arten die Kittmasse aus, die „sich wie eine Wulst vor der Basis der fortrückenden Säge häuft, dann zu beiden Seiten nach den Rändern hin überquillt" und gleichzeitig unter Anfertigung der Tasche auf die Nadel gestrichen wird. Wenn die Kittmasse, die anfänglich grün, und später blaßbräunlich ist, in rhombischen Figuren abgegrenzt erscheint, so geht daraus hervor, daß nach Ablage eines jeden Eies die Legesäge aus der Eitasche ganz herausgezogen wird. Würde das ♀ die Legesäge nicht jedesmal herausziehen, sondern ständig weitersägen, so würden keine solchen rhombischen Figuren, sondern einfach ein gleichmäßiges ununterbrochenes Schaumdach entstehen. Nachdem ein Ei untergebracht ist, wird mit der Legesäge die Nadel abgetastet, bis das Ende der Eitasche erreicht ist; dann wird bei einigen Arten (z. B. *pini)* hart anschließend daran, bei anderen in einiger Entfernung davon, die neue Eitasche begonnen. Die Eiablage schreitet normalerweise von der Nadelbasis zur Spitze fort; es ist dies, worauf B a e r aufmerksam macht, schon daraus zu erkennen, daß die Sekretdächer über den einzelnen Eitaschen stets über die b a s a l w ä r t s und nicht über die spitzenwärts liegenden übergreifen.

Die Zahl der Eier in einer Reihe richtet sich nach der Länge der Nadel; kurze Kiefernnadeln werden mit einer geringeren Zahl belegt als lange. E l i e s c u fand einen Durchschnitt von 16 Eiern, M ü l l e r einen solchen von 25 Eiern (Maximum 30), während R a t z e b u r g einen Durchschnitt von 10—20 Eier je Nadel feststellte; an der langnadeligen Schwarzkiefer fand S c h e i d t e r bis zu 40 Eier an einer Nadel.

Die an einer Nadel befindliche Eizeile kann geschlossen sein, so daß die Eier mit ihren Enden sich direkt berühren, wie dies bei *D. pini, simile* und *pallidum* der Fall ist. Andererseits können die einzelnen Eier einer Reihe durch Zwischenräume voneinander getrennt sein, wie z. B. bei *sertifer* (Abb. 47 a). Bei dieser Art wie übrigens auch bei *pallidum* fehlen die oben beschriebenen so charakteristischen Kittdächer; die Ränder der aufgeschlitzten Nadelkante schließen sich in diesen Fällen einfach wieder und werden wohl teils durch das auftretende Terpentin, teils durch ein kaum wahrnehmbares Sekret etwas verklebt. Man kann hier höchstens einen glänzenden Streif längs der Nadelkante erkennen. Sonst sind die „dachlosen" Eigelege noch an der in der Umgebung der Eitaschen eintretenden Entfärbung festzustellen, die allerdings nicht immer deutlich hervortritt.

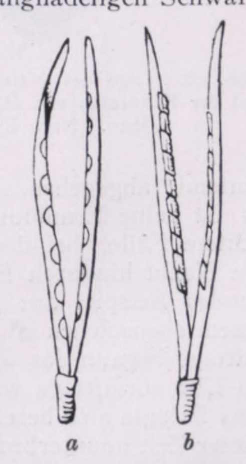


Abb. 47. Kiefernnadeln mi Eiablagen, a von *Diprion sertifer* Geoffr. (Eitaschen durch Zwischenräume von einander getrennt und ohne Sekretdach), b von *D. pini* L. (Eitaschen dicht aneinander gereiht und mit Sekretdach). Nach Baer

Die Weibchen der „gesellig lebenden" *Diprion*-Arten legen ihren ganzen Eivorrat an die direkt benachbarten Nadeln des gleichen Triebes ab,

so daß die Zahl der an einem Trieb befindlichen Eiablagen in der Regel der gesamten Eiproduktion eines ♀ entspricht. Niemals wechselt das ♀ unter normalen Verhältnissen während des Eierlegens den Trieb oder den Baum.

Die Eier werden von dem ♀ zu jeder Tages- und Nachtzeit abgelegt. Hat ein ♀ einmal damit begonnen, so werden sämtliche Eier ohne Unterbrechung fort-

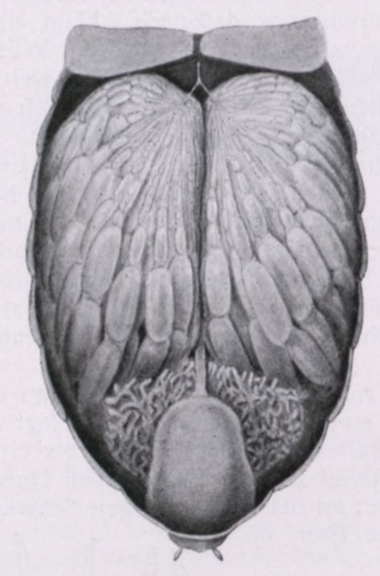


Abb. 48. Lage des ♀ Geschlechtsapparates und der Kittdrüsen von *D. pini* L. im Abdomen. Nach Eliescu



Abb. 49. ♀ Geschlechtsapparat und die Kittdrüse von *D. pini* L. Nach Eliescu

laufend abgegeben. Diese Arbeit kann viele Stunden dauern, und es ist keine Ermüdung bei dem ♀ zu bemerken. Ratzeburg beobachtete Fälle, bei denen die ♀♀ 12—16 Stunden ununterbrochen, auch die Nacht hindurch Eier legten. Eliescu führt aus seinen Zuchten folgendes Beispiel an: „Am 5. März wurde ein frisch geschlüpftes ♀ mit einem ebensolchen ♂ zusammengebracht. Am 9. März um 4.20 Uhr nachmittags begann das ♀ mit dem Ablegen des ersten Eies. Tags darauf um 10 Uhr vormittags waren schon 7 Nadeln mit insgesamt 122 Eiern belegt. Das ♀ legte also bereits 17 Stunden und 40 Minuten; es hat somit während dieser Zeit ununterbrochen alle 8,7 Minuten ein Ei in die Eitasche versenkt." Dies stimmt auch mit Scheidters Beobachtungen überein, der für die Ablage je eines Eies die Zeitdauer von $5^1/_2$—9 Minuten festgestellt hat. Nicht immer geht die Eiablage so rasch und ununterbrochen vor sich. Scheidter beobachtete ein frisch geschlüpftes und begattetes ♀ von *D. pini*, das um 4 Uhr nachmittags seine ersten Eier (19 Stück) abgelegt hatte; am Morgen des andern Tages waren an 8 Nadeln weitere 100 Eier abgelegt, im Laufe des Vormittags folgten weitere 12, am dritten Tag 10

und am vierten Tag 7 Eier. Kurz darauf wurde es tot und mit völlig leeren Ovarien zwischen den Nadeln des belegten Triebes gefunden. Die Gesamteiablage betrug also bei diesem ♀ 148 Eier. Die sonstigen Angaben über die Gesamtzahl der Eier schwanken etwa zwischen 40—150 Stück. Nach Borries beträgt der Eivorrat eines *pini*-♀ zwischen 90 und 122, die auf etwa 6—12 Nadeln zu je 4—25 Stück verteilt werden, bei *pallipes* (nach Scheidter) zwischen 40 und 90.

Die Schwankungen bezüglich der Eizahl beruhen auf der Verschiedenheit in der Zahl der Eiröhren, die zwischen 17 und 27 wechselt (Durchschnitt bei größeren ♀♀ 22—23). Selbst bei den beiden Ovarien des gleichen ♀ können die Zahlen verschieden sein. In jeder Eiröhre finden sich 2—5 Eier. „Auffallend ist, daß von diesen Eiern nie die ganze Anzahl zur Reife gelangt, sondern in jeder Eiröhre bleibt ein Ei unreif zurück (Abb. 50). Da die Größe eines legereifen Eies immer die gleiche ist, so ist leicht begreiflich, daß die größeren ♀♀ mehr Eier ablegen als die kleineren, weil in den Eiröhren der ersteren eben mehr Eier Platz finden als in jenen der letzteren. Im Pronymphastadium haben die Eier noch keinen Dotter, doch kann man sehr gut die Lage der Ei- und Nährkammer feststellen. Bei der Puppe ist die Entwicklung der Eier schon etwas weiter fortgeschritten. Wir finden hier den Dotter vorhanden, aber neben demselben weist das Ei noch die Nährzellen auf. Bei den gehäuteten ♀♀, die aber noch nicht aus dem Kokon geschlüpft sind, geht der Entwicklungsprozeß der Eier sehr rasch weiter. Wir finden hier fast in allen Ovarien wenigstens ein oder zwei legereife Eier (Eliescu)."

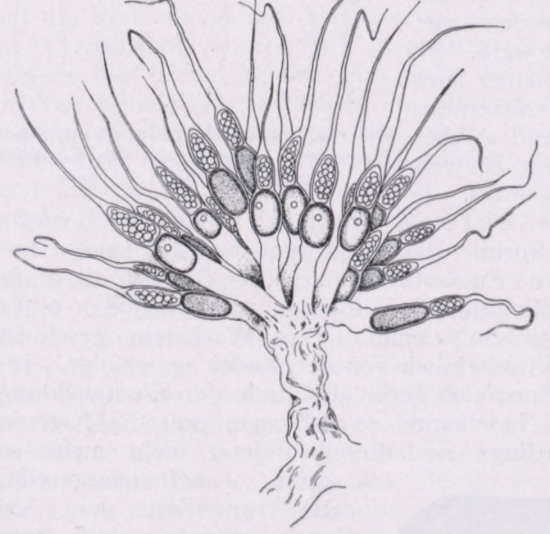


Abb. 50. Ovarium (*D. pini* L.) nach der Eiablage. In jeder Eiröhre bleibt ein Ei unreif zurück.
Nach Eliescu

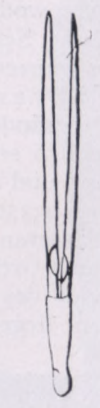


Abb. 51. Kiefernnadelpaar mit der Eiablage einer einzelfressenden *Diprion*-Art.
Nach Baer

Die Eiablage kann durch kühles regnerisches Wetter unterbrochen werden; dann sitzen die ♀♀ regungslos an den Nadeln, um erst dann wieder mit dem Eierlegen fortzufahren, wenn sich das Wetter gebessert hat. So kann die Periode der Eiablage mehr oder weniger lang hinausgezogen werden, wenn anders nicht überhaupt nur ein Teil zur Ablage gelangt.

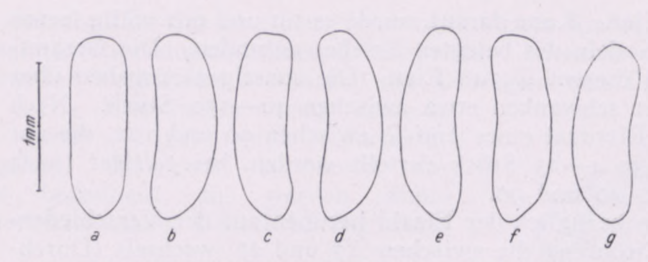


Abb. 52. Verschiedene Formen „legereifer" Eier von *Diprion pini* L., den Ovarien entnommen. Nach Eliescu

Gegenüber den „gesellig lebenden" *Diprion*-Arten legen die ♀♀ der „einzelfressenden" Arten ihre Eier einzeln an jede Nadel ab, wobei der Legeakt allgemein wie oben beschrieben vor sich geht. Die Unterschiede bei den einzelnen Arten beziehen sich hauptsächlich auf die Lage des Eies bzw. der Eitasche auf der Nadel, ob am Spitzenteil der Nadel oder in der Mitte oder an der Basis (Abb. 51).

Das Eistadium

Die „legereifen" Eier von *D. pini,* die sich noch im Ovarium befinden und kurz vor der Ablage stehen, sind länglich oval, mehr oder weniger gekrümmt und von geblich-weißer Farbe, Größe rund 1,4 × 0,45 mm. Das Chorion ist dünn, die Oberfläche glatt. Die „reifen" Eier unterscheiden sich kurz nach der Ablage nur wenig von den „legereifen", nur die Farbe ist jetzt weiß. Bei der Ablage werden die Eier mit einer leimartigen durchsichtigen Schicht vollkommen überzogen, wodurch sie glänzend erscheinen. Diese Schicht bedeckt das Ei während des ganzen Embryonalstadiums.

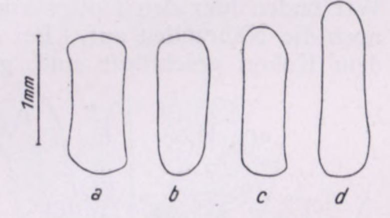


Abb. 53. Verschiedene Formen abgelegter Eier von *D. pini* L. aus den Eitaschen entnommen. Nach Eliescu

Während der Entwicklung nimmt das Ei an Größe zu und verändert auch seine Form. Das Wachstum des Eies kann ziemlich erheblich sein. Nach Eliescu verhielten sich (bei *D. pini)* die Maße am Anfang und am Schluß des Eistadiums wie 1,428 × 0,544 : 1,598 × 0,782 oder wie 1,530 × 0,578 : 1,632 × 0,724 mm. Das Wachstum geschieht durch Wasseraufnahme, die wahrscheinlich von der Nadel her erfolgt. Infolge dieser Größenzunahme öffnen sich gegen das Ende der Eientwicklung die Ränder des Schlitzes der Nadelkante, so daß man nun die Eier in demselben liegen sieht. Allerdings sind dieselben jetzt nicht mehr so schön aneinandergereiht, wie zur Zeit der Ablage, sondern sind zum größten Teil ineinander geschoben oder stehen fast aufrecht oder wenigstens nach oben geneigt. Kurz, das ganze Gelege zeigt ein ziemlich unregelmäßiges Bild (Eliescu), zumal auch die Form der



Abb. 54. Embryo von *D. pini* L. kurz vor dem Auskriechen. Nach Eliescu

Eier eine andere und eine untereinander recht verschiedene geworden ist (Abb. 53).

Die Entwicklungsdauer (des Embryos) ist deutlich von der Temperatur und Luftfeuchtigkeit abhängig und kann zwischen 1 und 5 Wochen schwanken.

Gößwald stellte (bei *D. pini*) die kürzeste Entwicklungsdauer (7 Tage) bei 32 °C, die längste (38 Tage) bei 10 °C fest. Hohe Luftfeuchtigkeit ist für die Eientwicklung optimal und wird bei jeder Temperatur ertragen. Andererseits sind die Eier in den Nadeltaschen gut gegen Austrocknen geschützt. Die Einwirkung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Eier erfolgt auf dem Umweg über die Nadeln. Zwischen 24 ° und 14 °C schlüpften bei 100 % r. L. stets 100 % der Eier; bei 10 °C nur 80 % und bei 32 °C noch 90 %. Am Ende der Entwicklung ist die Larve deutlich durch die Eihaut zu sehen: Die hinteren Abdominalsegmente biegen sich kurz nach den Thoraxsegmenten scharf um, und kommen unter diese zu liegen, so daß die Beine zwischen Brust- und hinteren Bauchsegmenten sind; der Kopf nimmt die ganze Breite des 1. Segmentes ein (Abb. 54).

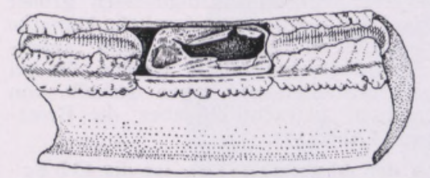


Abb. 55. Stück einer Kiefernnadel mit drei Eitaschen, die mittlere von der Larve verlassen. Nach Eliescu

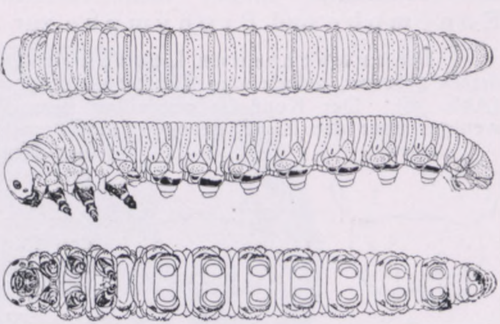


Abb. 56. Erwachsene Larve von *D. pini* L.; a von oben, b von der Seite, c von unten (ca. 2½ mal). Nach Eliescu

Schon einige Tage vor dem Schlüpfen macht der Embryo Bewegungen im Ei. Dadurch entsteht in der Mitte der oberen Eischale, und zwar gegen das Kopfende zu ein länglicher Spalt. In dem Moment, in dem das Chorion platzt, schnellt der Thorax der Larve hervor. Der Spalt wird unter dem Einfluß der immer stärker werdenden Bewegungen immer länger und breiter, bis er endlich so groß ist, daß auch der Kopf der Larve heraustreten kann. Ist der Kopf und Thorax befreit, so fängt die Larve nach einer Ruhepause von etwa 20 Minuten an zu kriechen und zieht nun den Rest des Körpers aus der Eischale (nach Beobachtungen von Eliescu an *D. pini*) (Abb. 55). Der ganze Vorgang des Schlüpfens dauert etwas mehr als 1 Stunde.

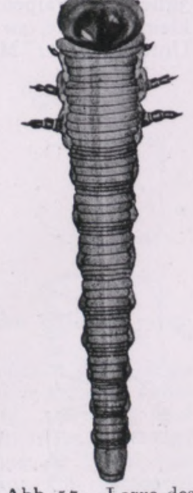


Abb. 57. Larve des 1. Stadiums von *D. pini* L. Kopf liegt frei und erscheint infolgedessen verhältnismäßig groß (ca. 13 mal). Nach Eliescu

Das Larvenstadium

Wir haben im Larvenleben zu unterscheiden zwischen den Freßstadien, die Nahrung zu sich nehmen, und den Kokonstadien. Die letzteren

beginnen mit dem Einspinnstadium, das nicht mehr frißt, sondern sich nur einspinnt, und das bis zu dem Augenblick reicht, in welchem die Larve mit Kokonspinnen fertig ist. Gleich nach dieser Tätigkeit gehen an der Larve Veränderungen vor sich, die den ursprünglichen Larvencharakter immer mehr verschwinden lassen und die über die Eonymphe und Pronymphe zur Puppe führen.

Die erwachsenen Larven der Diprionen sind mehr oder weniger cylindrisch geformt, jedoch vom Thorax gegen das hintere Segment sich etwas verjüngend (Abb. 56). Der Kopf ist gegenüber dem Thorax klein. Letzterer ist mehr oder weniger über den Kopf gezogen im Gegensatz zu dem 1. Stadium, bei welchem der Kopf frei liegt und infolgedessen größer erscheint und der Körper eine deutliche konische Form zeigt. Beim 1. Stadium sind außerdem die Thorakalbeine relativ größer als bei den folgenden Stadien und ragen deshalb, von oben betrachtet, beträchtlich über die Brustseiten hinaus (Abb. 57).



Abb. 58. Unsymmetrisch gebaute Oberlippe von *D. pini* L., a von außen, b von innen. Nach Eliescu

Von den Mundteilen ist die Oberlippe (Abb. 58) stets asymmetrisch (der linke Lobus stets kleiner als der rechte) entsprechend der verschiedenen Lage der beiden Mandibeln (die linke sitzt immer mehr außen, weil sie über der rechten liegt). Auch die annähernd quadratischen Mandibeln zeigen Asymmetrien; insofern, als die linke 5, die rechte nur 4 Zähne trägt, die breiter und weniger nach außen gerichtet sind als die linken (Abb. 59). Die Zähne gleichen mehr oder weniger abgeplatteten Pyramiden; ihre Kante ist nach innen stark entwickelt, besonders beim letzten Zahn. Die vorderen Zähne nehmen mehr eine lamellöse Form an, die zum Schneiden dient, während die hinteren allmählich pyramidale Form annehmen und mehr zum Zerreißen geeignet sind. Die Maxillen besitzen 4gliedrige Palpen, einen kegelförmigen Lobus externus und einen L. internus von der Form eines dreieckigen Pyramidenstumpfs (Abb. 60). Das Labium (Abb. 61) besitzt 3gliedrige Palpen; zwischen ihnen bzw. zwischen zwei flachen Wölbungen ist eine kleine Furche, an derem äußersten Ende die Öffnung der Spinndrüsen sitzt. Auf der Unterseite der Mundhöhle befindet sich ein gut ausgebildeter Hypopharynx, unter welchem eine Trabecula (Hartigs „Os hyoideum" oder „Zungenbein") sich befindet. Beim Einspinnstadium treten merkliche Abweichungen im Bau der Mundteile auf, die sich vor allem auf die Mandibeln beziehen, bei denen die Chitinisierung stark reduziert ist und die jetzt schräg gestellt sind; auch zeigt die Mundplatte verschiedentlich Um-

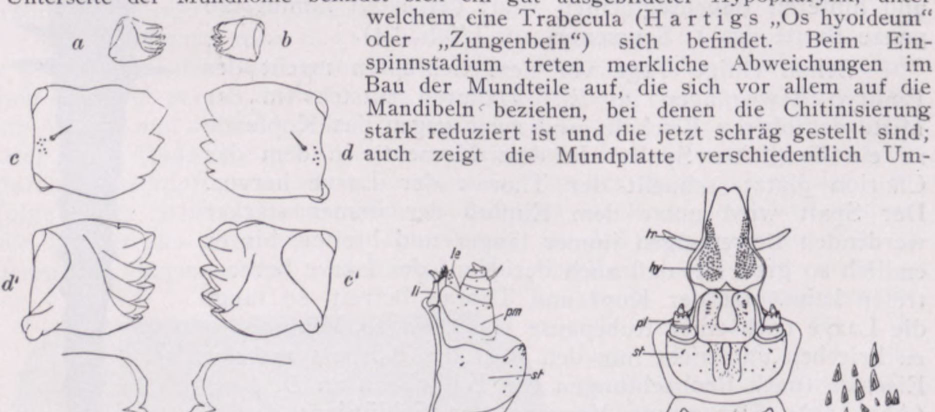


Abb. 59. Mandibeln der Larve von *D. pini* L. a und b erstes Stadium, c c' und d d' Freßstadium, e f Einspinnstadium. Nach Eliescu



Abb. 60. Maxille der Larve von *D. pini* L. Nach Eliescu

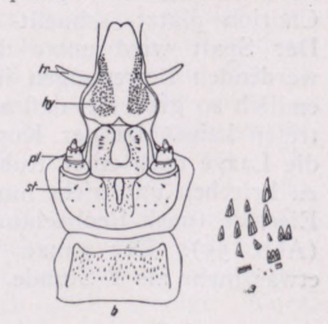


Abb. 61. Labium mit Hypopharynx der Larve von *D. pini* L stistipes, pl palpus labialis, tr Trabekel, hy Hypopharnyx. Nach Eliescu

wandlungen, die im Hinblick auf die Spinntätigkeit notwendig geworden sind. — Die Fühler, die zwischen den Augen und der Ansatzstelle der Mandibeln liegen, sind (im Gegensatz zu den Pamphyliiden) klein und bestehen aus 3 Gliedern, die inmitten einer sehr faltenreichen membranösen Platte sich befinden (Abb. 62). Die Brustbeine besitzen 5 Glieder, von denen die letzten 3 einen leichten Bogen bilden und zur Umfassung der Nadeln gut angepaßt sind.

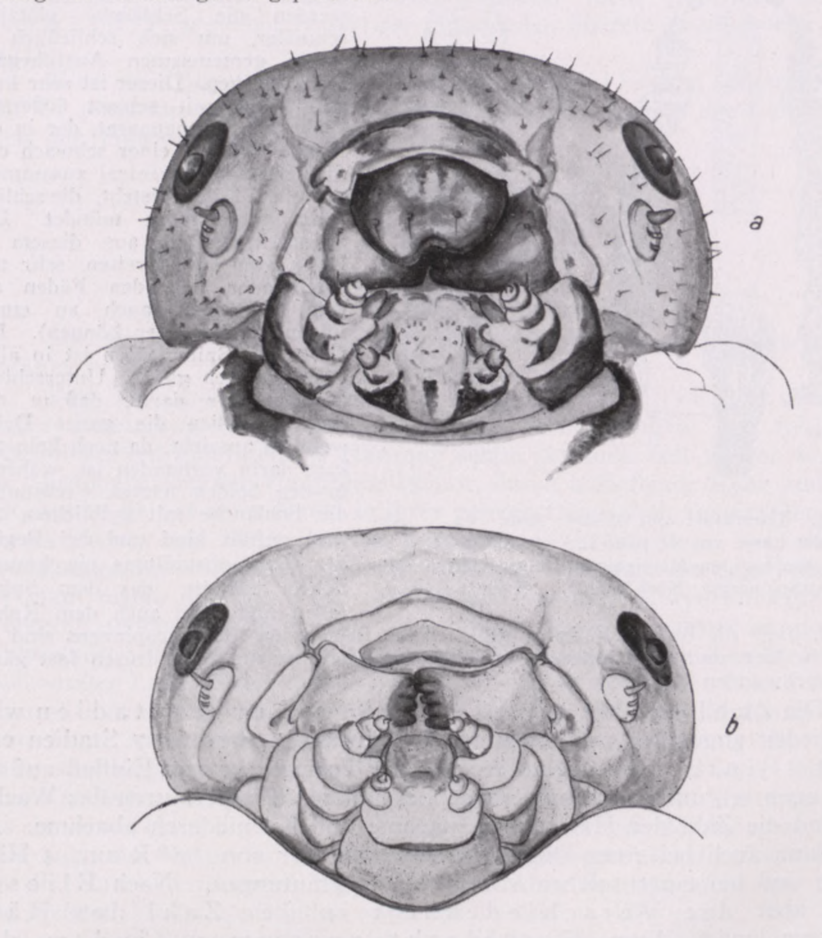


Abb. 62. Kopf der Larve von *D. pini* L.; a Freßstadium, b Einspinnstadium. Nach Eliescu

Von der inneren Anatomie interessieren uns hier besonders der Darmkanal und der Spinnapparat. Der Darmkanal (Abb. 63) verläuft in gerader Linie vom Mund zum After, der Vorderdarm ist nur kurz und birnförmig; seitwärts sind kleine Ausstülpungen, die „Schlundsäcke", die immer mit einer gelben trüben Flüssigkeit gefüllt sind. Diese wird während des Fressens von den Larven in Form von gelben Tropfen ausgeschieden; sie bildet eine stark klebrige Substanz von harzigem Geruch. Der annähernd in der Stärke gleichbleibende Mitteldarm läßt 3 Abschnitte erkennen. Am Hinterende des letzten Abschnittes entspringen rund 24 Malpighische Gefäße, die in ihren Endteilen mit dem Rektum verbunden sind. Beim Enddarm können wir ebenfalls 3 Abteilungen unterscheiden. Im zweiten Abschnitt sind 2 Ringe mit je 6 chitinösen gezähnten Abteilungen vorhanden. Bei den Einspinnlarven ist der Darmkanal stets leer, weiß und stark gefaltet, desgleichen die beiden Schlundsäcke, die aber das oben beschriebene Sekret noch sezernieren können.

Die Spinndrüsen (Abb. 63 sp) sind paarig und stellen sehr lange von sezernierenden Zellen bedeckte Schläuche dar, wesentlich länger als der Körper der Larve, und durchziehen die ganze Leibeshöhle in stark welligen Linien. Sie liegen dem Darmkanal auf, den sie wie eine Schicht beiderseitig umgeben, vom Fettkörper bedeckt. Nach vorne zu werden die Schläuche plötzlich schmäler, um sich schließlich in einem gemeinsamen Ausführgang zu vereinigen. Dieser ist sehr kurz und bildet mit seinem äußersten Ende den Spinnapparat, der in der Hauptsache aus einer schwach chitinisierten dorso-ventral zusammengepreßten Röhre besteht, die schlitzartig nach außen mündet. Das Spinnsekret tritt aus diesem in Form von zwei breiten, sehr nah beieinander liegenden Fäden aus (die manchmal auch zu einem Faden verschmelzen können). Die Form der Spinndrüsen ist in allen Larvenstadien gleich. Unterschiede bestehen nur darin, daß in den ersten Stadien die ganze Drüse weißlich aussieht, da noch kein Sekret darin vorhanden ist, während in den beiden letzten Freßstadien die Schläuche mit gelblichem Sekret gefüllt sind und bei Beginn des Einspinnstadiums ein braunes Sekret auftritt, das dem Spinnfaden und dann auch dem Kokon (von *D. pini*) die braune Färbung gibt. Nach Beendigung des Einspinnens sind die Schläuche leer, und nach weiteren drei Tagen finden wir die Spinndrüsen fast gänzlich verschwunden (Eliescu).

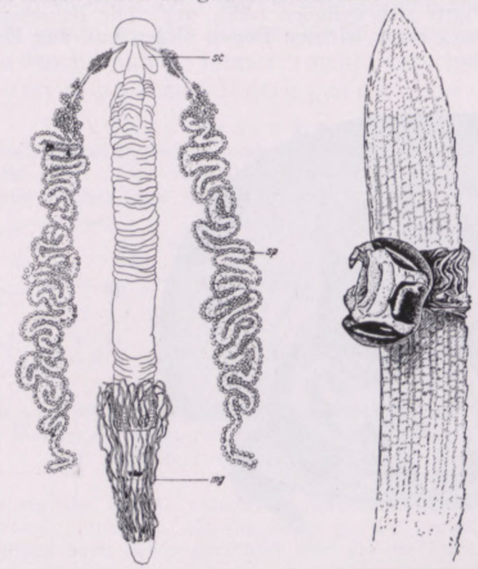


Abb. 63. Darmkanal und Spinndrüsen der Larve von *D. pini* L.; sc Sacci oesophagi, mg Malpighische Gefäße, sp Spinndrüse. Nach Eliescu

Abb. 64. Abgestreifte Haut an einer Kiefernnadel. Nach Eliescu

Die Zahl der Häutungen und der Larvenstadien wird verschieden angegeben, meist mit 5—6 Häutungen, was 6—7 Stadien entspricht. Fintelmann glaubte, daß die Temperatur von Einfluß auf die Häutungen sei, und zwar insofern als bei höheren Temperaturen das Wachstum und die Zahl der Häutungen zunehme und bei niederen abnehme. Er fand dann auch bei einer Durchschnittstemperatur von 12° R nur 4 Häutungen und bei einer solchen von 17° R 5 Häutungen. Nach Eliescu hängt aber die Verschiedenheit in der Zahl der Häutungen mit dem Geschlecht zusammen, indem die ♀ Larven ein Freßstadium mehr haben als die ♂ Larven. Bei *D. pini* konnte Eliescu bei den ♂ Larven 5 Freßstadien und 1 Einspinnstadium feststellen (im ganzen 6 Larvenstadien), und bei den ♀ Larven 6 Freßstadien und 1 Einspinnstadium (im ganzen also 7 Larvenstadien). Die einzelnen Stadien lassen sich an der Kopfkapselbreite, an der Gesamtlänge des Larvenkörpers und an der Färbung unterscheiden. Weitaus das sicherste Erkennungsmerkmal ist die Kopfkapselbreite, da diese im Verhältnis zu den anderen Merkmalen am wenigsten in ihren Maßen schwankt. Eliescu stellt folgende Maße für die Kopfkapselbreiten (von *D. pini*) fest:

1. Stadium	0,544 mm
2. „	0,748 mm
3. „	1,02 —1,19 (meist 1,088 mm)

4. Stadium		1,36 —1,53	(meist 1,428 mm)
5. „		1,768—1,87	(„ 1,802 mm)
6. „	(♀)	2,21 mm.	

Das Einspinnstadium stimmt in der Kopfkapselbreite mit dem letzten Freßstadium überein. Diese Maße stimmen recht gut mit den von Schwerdtfeger bei *D. sertifer* gefundenen überein (vgl. auch Schedl 1934).

Was das Längenwachstum betrifft, so gibt Eliescu folgende Zahlen (für *D. pini)* an, wobei die in Klammer gesetzten Zahlen die Länge sofort nach der Häutung bedeuten:

1. Stadium		(4,5)	5,0 mm	(Mittel)
2. „		(6,5)	8,0 mm	„
3. „		(8,0)	12,0 mm	„
4. „		(12,0)	16,0 mm	„
5. „		(16,0)	22,0 mm	„
6. „	(♀)	(22,0)	26,0 mm	„

Die Einspinnstadien sind stets ein wenig kürzer als das letzte Freßstadium.

Den Vorgang der Häutung beschreibt Eliescu unter teilweiser Benutzung von Fintelmanns Schilderungen wie folgt: Die *Diprion*-Larven kündigen die Häutung schon geraume Zeit vorher an, durch ein Absondern von der Hauptgesellschaft, durch auffallende Ruhe und Trägheit, indem sie auf einer Nadel in ihrer ganzen Länge sich ausstrecken, durch öfteres Recken und Einstellen des Fressens. Während dieser Zeit wird das Verdauungsrohr vollständig geleert. „Einige Minuten vor dem Abstreifen der Haut macht die Larve mit dem ganzen vorderen Körperteil eine solche Wendung, indem sie sich mit den 2—4 letzten Segmenten fester an die Nadel anklammert, daß sie fast in senkrechter Richtung gegen dieselbe, in fast horizontaler Lage in der freien Luft zu schweben kommt.“ Durch kräftige Kontraktionen wird das Hinterende des Körpers mit dem Enddarm in der alten Haut nach vorne geschoben. Durch die Verbreiterung des Kopfes platzt die Kopfkapsel, worauf auch der Thorax reißt. Dieser Riß wird immer größer und schließlich ziehen sich die Füße und die Mundwerkzeuge aus der alten Haut heraus. Ist einmal das Vorderende des Körpers frei, so wird auch der übrige Körper langsam herausgezogen und die Exuvie bleibt um die Nadel herumgeschlungen, wie auf Abb. 64 dargestellt ist, zurück. Die meisten Häutungen finden zwischen 11 und 15 Uhr statt. Die Zeitdauer des Häutungsvorgangs ist verschieden lang und schwankt zwischen wenigen bis 20 Minuten; es scheint, daß die Temperatur eine wesentliche Rolle dabei spielt (Fintelmann).

Bezüglich der Dauer der Larvenstadien ist ein prinzipieller Unterschied zu machen zwischen den Freßstadien und dem Einspinnstadium. Erstere sind bestimmt durch Temperatur und Luftfeuchtigkeit, während das letztere unabhängiger davon erscheint.

Die Freßstadien

Die Dauer der Freßperiode vom Schlüpfen der Larve bis zum Einspinnen kann je nach der Temperatur zwischen 21 und 60 Tagen betragen, wobei im allgemeinen eine Zunahme der Entwicklungsdauer des einzelnen Stadiums mit Alter und Wachstum zu verzeichnen ist. Ganz be-

sonders lang ist das letzte Stadium. In Eliescus Zuchten (von *D. pini)* betrug die Dauer des ersten und des zweiten Stadiums je 4—10 Tage, die des dritten Stadiums 3—7, des vierten 3—9, des fünften 4—12 und des sechsten Stadiums 4—14 Tage, die Gesamtentwicklungsdauer der Freßstadien beim ♂ 21—49 Tage und bis 58 Tage beim ♀.

Gößwald gibt für die gleiche Art folgende Tabelle für die Entwicklungsdauer der Larvenstadien in verschiedenen Temperaturen:

Zahl der Tage vom Schlüpfen der Larve aus dem Ei — Temperatur in °C	32	27	23	20	16	14	10
1. Häutung nach Tagen	3	3	3	4	5	6	15
Zwischenzeit	3	3	4	4	4	5	7
2. Häutung nach Tagen	6	6	7	8	9	11	22
Zwischenzeit	3	4	4	4	5	6	8
3. Häutung nach Tagen	9	10	11	12	14	17	30
Zwischenzeit	4	4	4	5	7	7	11
4. Häutung nach Tagen	13	14	15	17	21	24	41
Zwischenzeit	10	10	10	10	11	13	16
5. Häutung nach Tagen	24	24	25	27	32	37	57
Zwischenzeit	1	1	1	1	2	2	3
Bis Einspinnen	25	25	26	28	34	39	60

Danach fällt als ganz besonders empfindlich bezüglich der Reaktion auf niedere Temperaturen das 1. Stadium aus dem allgemeinen heraus, indem es bei 10 °C 5mal so lange als bei 32 °C braucht, bis es die erste Häutung hinter sich hat. Im übrigen konnte Eliescu auch bei gleichen Temperaturen eine große individuelle Verschiedenheit in der Dauer der einzelnen Stadien bei den Larven des gleichen Eigeleges feststellen.

Bezüglich der Einzelheiten über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf das Leben der Larven sei auf die Arbeit von Gößwald (1935) verwiesen. Hier sei nur eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse seiner zahlreichen Versuche gegeben (Abb. 65):

Bei niederer Temperatur (um 10 °C) erfährt die Larve eine Schwarzfärbung, welche als primärer Nigrismus bezeichnet wird. Dieser larvale Nigrismus ist reversibel, wenn die Tiere wieder hoher Temperatur ausgesetzt werden. Langes Hungern beeinträchtigt das Reaktionsvermögen.

Größe und Gewicht der Larven sind mit bedingt durch die Temperatur, unter deren Einwirkung die Tiere aufgezogen werden. Das höchste Gewicht wurde bei 27 °C beobachtet (0,11 g der Pronymphe), darüber und darunter nahm das Gewicht ab bis 0,08 g im Durchschnitt. Dabei liegt das größte Gewicht nicht im Bereich des Überlebensoptimums (vgl. unten), da die Tiere bei höherer Temperatur mehr fressen.

In Übereinstimmung mit der geographischen Verbreitung von *Diprion pini* L. ist der Bereich geringer Sterblichkeit in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit sehr groß. Das enger umgrenzte Überlebensoptimum der Larven, bei dem vom Schlüpfen bis zum Einspinnen kein Sterbefall zu verzeichnen ist, liegt bei 17 °C und etwa 90—40 % relativer Luftfeuchtigkeit. Der Temperaturbereich, der ebenfalls noch gut vertragen wird, reicht vom Optimum aus viel weiter nach oben als nach unten. Die Widerstandskraft gegen niedrige Luftfeuchtigkeit steigt mit Erhöhung der Temperatur bis zu einem gewissen Grade und fällt umgekehrt mit abnehmender Temperatur. Feuchte Luft aber wird besser bei niedriger und schlechter bei hoher Temperatur vertragen.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit steigt über dem Überlebensoptimum weiter und hat etwa bei 28 °C ihr Maximum erreicht.

Bei feuchter Luft wird die Entwicklung nur ganz unbedeutend, praktisch bedeutungslos beschleunigt.

Alternierende Temperatur hat gegenüber konstanter eine Erhöhung der Sterblichkeit zur Folge, die Entwicklungsgeschwindigkeit wird dagegen durch sie beschleunigt. Ältere Larven sind gegen Temperaturunterschiede weniger empfindlich als jüngere.

Auch bei täglichem Wechsel feuchter mit trockener Luft und umgekehrt in verschiedenen Kombinationen zeigt sich der nachteilige Einfluß hoher Luftfeuchtigkeit auf die Larven im Bereich mäßig hoher Temperatur. Aber immerhin scheint durch den Wechsel den Tieren das Ertragen von extremen Unterschieden erleichtert. Bei Beginn mit der ungünstigen hohen Luftfeuchtigkeitsstufe ist die Sterblichkeit der empfindlichen Eilarven höher, als wenn diese zuerst der für sie vorteilhafteren niedrigen Luftfeuchtigkeitsstufe ausgesetzt werden. Eine Beeinflussung der Entwicklungsgeschwindigkeit durch alternierende Luftfeuchtigkeit ließ sich bei den Blattwespenlarven nicht feststellen.

Die größere Empfindlichkeit junger Larven im Vergleich zu älteren wird besonders deutlich erwiesen, wenn mehrere ungünstige Faktoren zusammenwirken, wie z. B. alternierende Temperatur im Vergleich zu konstanter und zweitäglicher Futterwechsel statt eintäglichen.

Die Frische des Futters hat großen Einfluß auf die Sterblichkeit und auch auf die Entwicklungsgeschwindigkeit, ebenso ist die richtige Wahl des Standortes der Futterpflanze von Bedeutung.

Der Larvenfraß usw. — Die Larven der forstlich wichtigsten *Diprion*-Arten sitzen in den jüngeren Stadien in dichten Haufen beisammen und fressen auch in Gesellschaften. Je kleiner die Larven sind, desto mehr drängen sie sich an einer Nadel zusammen. In den ersten drei Stadien finden wir in der Regel

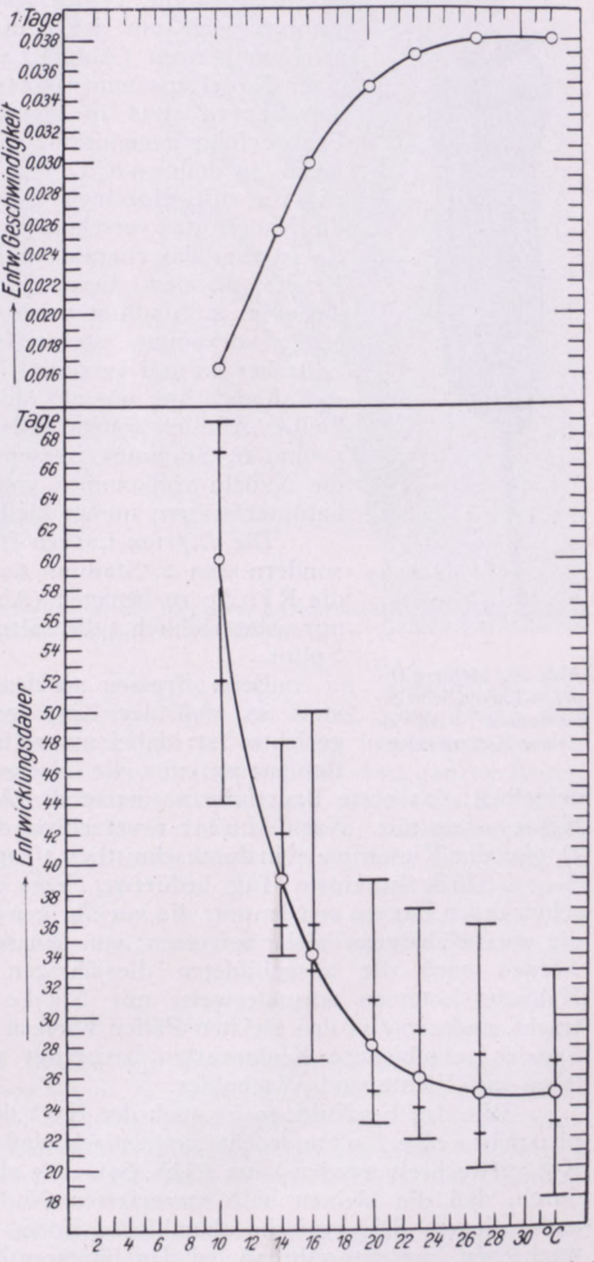


Abb. 65. Entwicklungsdauer und Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven von *Diprion pini* L. bei verschiedener Temperatur. Nach Gößwald

an einer Nadel 3—4 (und auch noch mehr) Larven, im 4. Stadium dagegen meist nur noch 2 Larven, die zusammen fressen. Erst im 5. und 6. Stadium fressen die Larven einzeln. Die Eiraupe nagt Scharten in die Nadeloberfläche, die sich mehr oder weniger weit um den Umfang der Nadel herum erstrecken können (Abb. 67 a). Wo mehrere Larven an einer Nadel zusammen fressen, befinden sich die Köpfe der Larven stets in gleicher Höhe (Abb. 66). Der Fraß erfolgt gemeinsam von der Spitze der Nadel zur Basis, so daß von der Nadel nur die Mittelrippe mit einzelnen Überresten (gewöhnlich bleibt die Nadelspitze verschont) übrigbleibt (Abb. 67 b). Es ist dies das charakteristische Merkmal des *Diprion*-Fraßes, an dem dieser leicht zu erkennen ist. Auch wenn im 4. Stadium nur eine Raupe frißt, was nicht selten vorkommt, so greift diese die Nadel von der Seite her an und verzehrt sie bis zu $^5/_6$ der Nadelbreite, so daß auch hier nur ein fadenförmiger Rückstand übrig bleibt. Ähnlich können selbst auch noch die Larven des 5. und 6. Stadiums fressen, wenn diese auch meistens die Nadeln vollkommen von oben bis zur Nadelscheide herunterfressen; immer bleibt ein Nadelstumpf erhalten.



Abb. 66. Mehrere *Diprion*-Larven beim gemeinsamen Fraß an einer Kiefernnadel

Die *Diprion*-Larven fressen nicht nur die Nadeln, sondern vom 2. Stadium an beginnen sie mitunter auch die Rinde zu benagen (Abb. 68), die jüngeren Stadien nur oberflächlich, die älteren dagegen bis auf den Splint.

Beim Fressen an den Nadeln sitzen die Larven stets so, daß der Kopf gegen die Spitze der Nadel gerichtet ist; dabei umgreifen sie die Nadeln mit allen Beinpaaren, nur die Nachschieber liegen stets seitlich derselben; das erste Brustfußpaar macht die Auf- und Abbewegungen des Kopfes stets mit. Nach Müller verzehren die ganz jungen Larven von *D. pini* eine Kiefernnadel in durchschnittlich 3 Tagen, während die erwachsenen 6—12 Stück in einem Tag bedürfen. Von den frühzeitig im Jahr erscheinenden Larven werden nur die vorjährigen und — soweit vorhanden — die vorvorjährigen Triebe befressen; von den später auskommenden Larven werden auch die ausgebildeten diesjährigen Nadeln angegangen. Als Nahrung kommen normalerweise nur Nadelholzpflanzen in Betracht, und zwar in den meisten Fällen Kiefern (wobei je nach der *Diprion*-Spezies verschiedene Kiefernarten bevorzugt werden); nur wenige Arten leben auf Fichte und Wacholder.

Wie das Fraßbild, so ist auch der Kot der *Diprion*-Larven durch die rhombische Form so charakteristisch, daß er kaum mit einem anderen Kot verwechselt werden kann (Abb. 69). Die rhombische Form entsteht dadurch, daß die kleinen halb mazerierten Nadelstückchen schräg übereinander liegen. Die typische rhombische Form findet sich nur bei den erwachsenen Larven, während bei den jüngeren Stadien der Kot mehr länglich-spindelförmig ist. Auch bei den an Fichte fressenden Arten ist die rhombische Form nicht so deutlich ausgeprägt.



a *b*

Abb. 67. *Diprion*-Larvenfraß. a Schartenfraß der Junglarve, b Gemeinschaftsfraß älterer Larven, nur die Mittelrippe ist stehengeblieben

Die Bewegungen der Larven sind im allgemeinen sehr träge. Sie kriechen nur langsam von Nadel zu Nadel, vom Zweig zum Stamm und noch langsamer auf der Erde selbst. „Sie kriechen nicht wie die Raupen und andere Larven auf allen Beinen und mit dem ganzen Bauch, sondern sie benutzen das Afterfußpaar nur dazu, um es um den Zweig zu schlagen und sich so festzuhalten und fortzuschieben. Ganz besonders lieben sie, mit dem Vorderteil oder auch zugleich mit dem Hinterteil in die Höhe zu schlagen (zu „schnippen"). Öfter sieht man diese sonderbare Bewegung von einer ganzen Gesellschaft gleichzeitig ausführen. Es scheint, daß dies zur Abwehr der Feinde geschähe" [1]).

Die Kokonstadien

Die Kokonstadien, als welche wir das Einspinn-, Eonymphen- und Pronymphenstadium zusammenfassen, bilden in bionomischer Hinsicht insofern eine Einheit als sie keine Nahrung mehr aufnehmen. Durch das zähe und feste Gespinst sind die genannten Stadien sehr gut gegen die Außenwelt abgeschlossen, weit besser noch als die Eier in den Nadeln. Der Einfluß

[1]) Ratzeburg meint, daß noch ein anderer Zweck damit verbunden sei. „Die Larven schnippen vorzüglich, wenn sie lang anhaltend gefressen haben, auch ohne die geringste Störung, wenn nicht ein Lüftchen geht; sollten sie es nicht also auch zur Beförderung der Verdauung tun, oder um die im Darmkanal sich stopfenden Abnagsel weiter fortzuschieben und zusammenzupressen?"

der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Kokonstadien geht nur über das schützende Gespinst (wie bei den Eiern durch das Nadelgewebe).



Abb. 68. Rindenfraß der Larve von *D. pini* L. Nach Eliescu

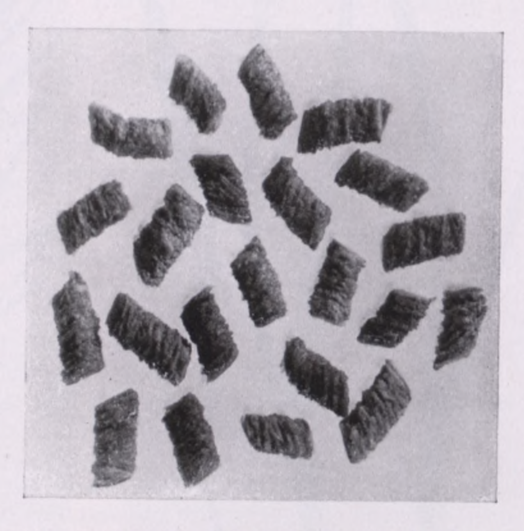


Abb. 69. Kot von *Diprion*-Larven, an der rhombischen Form kenntlich. Vergrößert

a) Das Einspinnstadium

Schon einige Tage vor der letzten freien Häutung hört die Larve auf zu fressen und sucht sich einen geeigneten Ort. Ist die Häutung vollzogen, so befestigt sich die Larve durch einzelne Fäden an der ausgesuchten Stelle zwischen den Nadeln, an den Zweigen usw., oder sie läßt sich vom Baum fallen, um die weitere Entwicklung am Boden, im Moos oder in der Streu durchzumachen.

Die „Einspinnlarve", wie sie jetzt genannt wird, unterscheidet sich wesentlich von der letzten Freßlarve: ihr Körper ist deutlich verkürzt und dicker (namentlich die drei ersten Segmente), die Bauchfüße sind bis auf kleine Wärzchen verschwunden, das Aftersegment ist wesentlich verkürzt und stellt eine einfache fußlose halbeiförmige Klappe dar.

Auf die Wahl des Einspinnortes hat nach Gößwalds Versuchen die Temperatur bestimmenden Einfluß, derart, daß bei höherer Temperatur die Larven sich oben zwischen den Nadeln oder an den Zweigen einspinnen, bei tiefer Temperatur das Einspinnen unten im Boden stattfindet. Damit stimmen die Freilandbeobachtungen überein, wonach bei Arten mit doppelter Generation der Kokon der 1. Generation sich oben zwischen den



Abb. 70. *Diprion*-Larve (*D. sertifer* Geoffr.) in Abwehrstellung beim „Schnippen"

Nadeln [1]), und die der 2. Generation im Boden sich befinden [2]). Die sich oben an den Zweigen einspinnende Larve versucht eine möglichst horizontale Lage einzunehmen (Schlüpföffnung des Kokons nach außen gerichtet, vom Stamm des Baumes abgekehrt). Wenn dies nicht möglich ist, so zieht sie eine negativ geotropische (Schlüpföffnung nach oben gerichtet) vor; letzteres soll vor allem für parasitierte Larven zutreffen (S c h e d l 1939).

Die Herstellung des Kokons geht in der Weise vor sich, daß innerhalb der ersten lockeren äußersten Fäden feinere Fäden zu einem dichten Gewebe ausgespannt werden, das durch eine von innen her angelegte Sekretmasse papier- oder kartonähnliche Struktur erhält. Durch Wendungen des Körpers gibt die Larve dem Kokon die walzenförmige beiderseits kugelig abgerundete Form.

Die Kokons zeigen nicht geringe U n t e r s c h i e d e bezüglich der Größe, Farbe und Stärke der Wand, nicht nur bei den verschiedenen Arten, sondern auch innerhalb der gleichen Art. Ja, teilweise sogar beim gleichen Exemplar im Verlauf der Entwicklung.

Die G r ö ß e der Kokons einer Art ist einmal nach dem Geschlecht verschieden (die männlichen Kokons sind deutlich kleiner als die weiblichen) und außerdem nach den Örtlichkeiten bzw. der Beschaffenheit usw. der Nahrung. Bei den Kokons von *D. pini* stellte E l i e s c u einerseits solche von 6,8 $\times$ 2,8, andererseits solche von 12 $\times$ 5,6 mm fest (s. auch H e r t z 1933 und S c h e d l 1939) [3]).

Die F ä r b u n g ist artlich recht verschieden, bei den einen Arten gelblichweiß, bei den anderen licht rotbraun, bei wieder anderen düsterbraun. Außerdem aber variiert sie auch bei der gleichen Art nicht wenig, sowohl nach dem Sitz des Kokons (nach H a r t i g ist sie bei den Kokons von *D. pini* bei den unter Moos eingesponnenen Exemplaren gemeinhin ein trübes Braun, bei den an Bäumen klebenden Kokonhüllen ein glänzendes Aschgrau), als nach dem Alter (viele Kokons zeigen am ersten Tag eine weiße flaumige Oberfläche, während sie am zweiten Tag braun gefärbt sind). Wie P r z i b r a m (1924) gezeigt hat, ist die Färbung der Kokons zum Teil durch die Feuchtigkeit bedingt: stets trocken gehaltene Kokons ergeben eine helle Färbung, während mit zunehmender Feuchtigkeit die Farbe immer mehr in das Braune übergeht [4]).

---

[1]) In der Literatur finden sich allerdings Angaben, wonach nur diejenigen Larven der ersten Generation sich oben in den Zweigen verspinnen, die im gleichen Jahr wieder Imagines ergeben, während diejenigen, die überliegen, sich zum Einspinnen in den Boden begeben.

[2]) Das nach Nordamerika verschleppte *Diprion polytomum* soll sich dort n u r im Boden einspinnen, während das Einspinnen bei uns zum Teil zwischen den Nadeln an den Zweigen stattfindet.

[3]) Die Größenunterschiede, die bei den ♀ Puppen bestehen, lassen sich durchaus nicht immer mit den Eizahlen in Beziehung bringen (s. unten S. 78).

[4]) Die Braunfärbung wird nach P r z i b r a m durch das 3,4 - Dioxyphenylamin („Dopa") hervorgerufen, das sich kurz vor dem Einspinnen in das Spinndrüsensekret ergießt und das nach Wasseraufnahme Melanin bildet. Nach G ö ß w a l d könnte man den Farbunterschied vielleicht so erklären, daß er „zur Regulation der Wärmeaufnahme dient, in gleicher Weise bei den Larven wie den Kokons; jedesmal finden sich die dunklen Formen in feuchtkalter Umgebung, die hellen dagegen in trockenwarmer. Durch die dunkle Farbe wird die Wärme besser absorbiert. Besonders für Individuen der Wintergeneration, welche sich an trockenen Plätzen, etwa in Rindenspalten, eingesponnen haben, würde die helle Farbe zugleich ein Schutz gegen die Einwirkung schroffer Temperaturgegensätze bei Tag und Nacht sein".

Auch die Beschaffenheit der Kokonwand ist nach den Arten verschieden: bei den einen so derb und fest, daß die Kokons nur mit Kraftanstrengung zwischen den Fingern zerdrückt werden können (z. B. *D. pini)*, bei den anderen mittelmäßig fest, d. h. von der Derbheit eines starken Schreibpapiers oder aber weich wie dünnes Schreibpapier (z. B. *D. sertifer, pallidum)*. Auch bei der gleichen Art können Unterschiede vorkommen, so können neben den normalerweise sehr kräftigen und zähen Kokons von *D. pini* auch solche vorkommen, deren Gespinste papierdünn und leicht zerreißbar sind.







Abb. 71. a Eonympha, b Pronympha, c Pronympha vor der Verpuppung (*D. pini* L.). Nach Eliescu

b) Das Eo- und Pronympha-Stadium

Kurze Zeit (gewöhnlich 2—3 Tage, bei warmem Wetter schon nach 24 Stunden), nachdem die Larve sich im Kokon eingesponnen hat, geht sie in das Eonympha-Stadium über. In ihm bleibt der äußere Larvencharakter noch bewahrt, doch gehen manche Veränderungen vor sich: die Bauchfüße werden noch mehr rückgebildet, so daß an deren Stelle nur noch Hautfalten zurückbleiben, und der Körper der Larve verkürzt sich noch etwas (Abb. 71).

Aus der Eonympha entsteht nach recht verschieden langer Zeitdauer die Pronympha, die vor allem durch die neugebildeten Puppenaugen charakterisiert ist. Wir können von dem Augenblick an von einer Pronympha sprechen, in dem die ersten Anlagen hierzu, zwei schwarze Körnchen hinter dem Ocellarsklerit vorhanden sind; aus ihnen entwickelt sich allmählich je ein halbmondförmiger dunkler Fleck, der sich an Länge und Breite immer mehr vergrößert und endlich zum eigentlichen Puppenauge wird (Abb. 72 a—c).

Die Dauer des Eonympha-Stadiums ist außerordentlich verschieden, es kann sehr kurz sein (bei der 1. Generation von *D. pini* z. B. nur 1—2 Tage); andererseits kann es sich aber über Wochen, Monate und Jahre hinziehen. Auf dieser zeitlichen Ungebundenheit der Eonymphe beruht z. B. die lange Dauer der Schlüpfperiode bei *D. pini*, die sich über mehrere Monate, mit zwei deutlichen Gipfelpunkten erstrecken kann. Auf ihr beruht auch das ein-, zwei-, drei- oder sogar vierjährige Überliegen der Kokons.

Im Gegensatz zu dem Eonymphstadium ist die Dauer des Pronympha-Stadiums sehr kurz, und es ist dabei ganz gleichgültig, ob die Pronympha aus Eonymphen der 1. oder 2. Generation hervor-

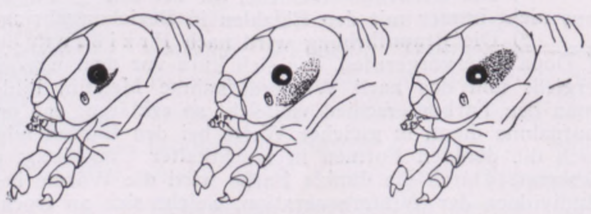


Abb. 72. Verschiedene Entwicklungsstufen der Pronympha (Bildung der Puppenaugen) von *D. pini* L. Nach Eliescu

gegangen ist oder gar aus solchen, die jahrelang übergelegen sind. Das Stadium der Pronympha dauert für gewöhnlich 3—4 Tage.

Das Puppenstadium und das Schlüpfen der Wespen

Wenn die Entwicklung der Pronympha abgeschlossen ist, geht sie durch Häutung in die Puppe (Abb. 73) über, wobei die abgestreifte Haut an das Afterende geschoben wird. Zuerst von gelblichweißer Farbe erhält sie nach und nach zuerst auf der Rücken-, dann auf der Bauchseite die der betreffenden Art eigentümliche Färbung (Abb. 74). Die Dauer der Puppenruhe bzw. der Entwicklung der Puppe beträgt 6—12 Tage, wobei ♂ und ♀ Puppen keinen Unterschied machen. Im künstlichen Versuch kann die Puppenzeit wesentlich beeinflußt werden besonders im Sinne einer Verlängerung durch Einfluß von tiefen Temperaturen.

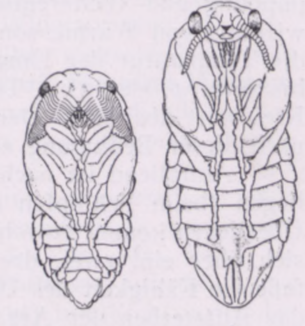
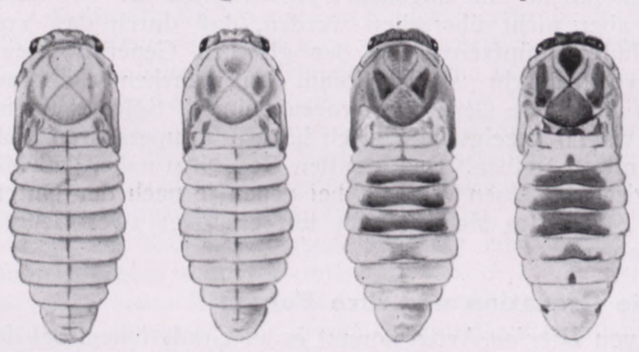


Abb. 73. Puppen von *D. pini* L., a männliche, b weibliche. Nach Eliescu

Nach Beendigung der Puppenentwicklung befreit sich die Imago von der Puppenhaut, worauf die Flügel sich bis zu ihrer vollen Größe ausdehnen und ihre natürliche Stellungen einnehmen. Kurze Zeit darauf schneidet die nun fertige Wespe einen runden Deckel ab — der Schnitt kann je nach der Art gerade oder mehr oder weniger schief sein — und verläßt darauf den Kokon, wobei durch das Absprengen des Deckels meist ein deutlich hörbares Geräusch entsteht.

Das Überliegen

Wie bei den Pamphiliiden, so ist auch bei den Diprioninen das Überliegen eine sehr häufige Erscheinung, die schon Fintelmann (1839) gekannt hat. Worauf das Überliegen zurückzuführen ist, darüber fehlen uns bis heute sichere Anhaltspunkte. Eliescu macht nach seinen Versuchen die „andauernd trockene Luft" für eine Steigerung der Tendenz zum Überliegen verantwortlich, während in Gößwalds Versuchen weder die relative Luftfeuchtigkeit noch auch die Temperatur einen sichtbaren Einfluß auf das Überliegen ausgeübt haben.


Abb. 74. Weibliche Puppen von *D. pini* L. in verschiedenen Entwicklungs- bzw. Ausfärbungsstadien. Nach Eliescu

Andererseits liegen Beobachtungen von Schönwiese (1935) vor, wonach in stark streugenutzten aller Bogenvegetation beraubten Flächen der Prozentsatz des Überliegens (von *Diprion sertifer)* weit höher war

(90 %) als in dem Nachbarbestand, dessen Bodendecke dicht bewachsen war (*Calluna, Vaccinium*), in dem nur 30 % der Larven bzw. Eonymphen überlagen. Temperaturmessungen im November ergaben, daß in dem „kahlen" Boden in 5 cm Tiefe die Temperatur um 1½—2½ ° C niedriger war als in den bewachsenen Böden. Schönwiese schließt daraus, daß die Temperatur doch einen Einfluß auf die Verpuppung hat. „Für die Verpuppung und Weiterentwicklung bis zur schlüpfenden Wespe ist die Einwirkung von Wärme von bestimmter Intensität und Dauer notwendig, d. h. die Temperatur der Umgebung, in diesem Falle der obersten Bodenschicht bis etwa 4 oder 5 cm Tiefe darf nicht auf länger unter einen bestimmten Kleinwert absinken. Der mit *Calluna* bestockte Boden hat allem Anschein nach dieser Bedingung entsprochen, der kahle jedoch nicht."

Auffallend ist nach Gößwald der große Anteil der ♀♀ am Überliegen (beim Schlüpfen ♂♂ : ♀♀ wie 1 : 3, beim Überliegen 1 : 8). Das Überliegen kommt sowohl bei der 1. als bei der 2. Generation vor; es kann sich über ein, zwei, drei oder sogar vier Jahre erstrecken. Gößwald faßt die Fähigkeit des Überliegens der Blattwespen als einen Schutz gegen das Aussterben der Art bei plötzlich auftretenden Katastrophen auf.

Aus den bisherigen Beobachtungen läßt sich jedenfalls noch kein klares Bild über die Ursachen (ob exogen oder endogen, oder beides) machen, und es liegt hier noch ein dankbares Arbeitsfeld für Biologen vor.

Zahl der Generationen

Die Generationenfolge ist durchaus nicht überall vollkommen geklärt. Kommen doch einerseits ein-, zwei-, drei- und vierjährige Generationen vor, andererseits doppelte Generation, und bei vielen Arten neben einer einjährigen usw. auch doppelte Generation. Im allgemeinen nimmt man in den letzteren Fällen an, daß in warmen Gegenden die doppelte, in kälteren die einfache Generation die Regel ist (z. B. bei *D. pini*). Das mag im großen und ganzen wohl zutreffend sein, doch sind die vorliegenden Beobachtungen noch zu lückenhaft und zu verschiedenartig, um bestimmte allgemeine Regeln aufstellen zu können. Es liegen eine Anzahl Beobachtungen vor, wonach am gleichen Ort in denselben Jahren sowohl einjährige als auch doppelte Generationen vorkommen, so daß die Larvenfamilien zweier Generationen gleichzeitig miteinander fressen können (was das oft plötzliche und ungeheure Anschwellen der Gradation erklärt). Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß durch das Vorkommen von zwei Hauptschlüpfzeiten bei der gleichen Generation eine doppelte Generation vorgetäuscht werden kann. In manchen (kälteren) Gegenden scheint stets nur eine Generation vorzukommen. Solche Stämme lassen sich, wie Gößwald gezeigt hat, durch höhere Temperaturen nicht zu einer zweiten Generation treiben. Das legt den Gedanken nahe, daß hier eine Fixierung ökologischer Rassen vorliegt, bei denen je nach der Durchschnittswitterung des Standortes sich Stämme mit ein oder zwei Generationen durchgesetzt haben.

Die Gradation und ihre Folgen

Bei einer Reihe von *Diprion*-Arten kommt es zu Gradationen, bei den einen (z. B. *pini* und *sertifer*) häufig, bei den anderen seltener, bei den einen mitunter sehr große Ausmaße annehmend, bei den anderen enger begrenzt.

Über die ursächlichen Zusammenhänge bei der Entstehung von Gradationen, über die Zeitdauer des Verlaufs der Gradationen usw. sind wir noch wenig unterrichtet. Wir befinden uns in dieser Beziehung in ganz ähnlicher Lage wie wir sie oben bezüglich der *Cephaleia*-Gradationen geschildert haben. Auch hier bestehen über die ersten Anfangsstadien (Vorbereitungs- und Prodromalstadium) meist keine oder wenigstens keine klaren Angaben. Außerdem finden sich in den Angaben der verschiedenen Autoren über die Ursachen usw. teilweise direkte Widersprüche.

So wollen die einen in besonders günstigen über mehrere Jahre sich erstreckenden klimatischen Konstellationen den **Anstoß für eine Massenvermehrung** erblicken, während andere die klimatischen Einflüsse nur gering einschätzen. Es seien in dieser Hinsicht nur zwei Beispiele herausgegriffen:

Nach Schönwiese sind die „jüngsten Larvenstadien (von *D. sertifer*) gegen Witterungseinflüsse besonders empfindlich (‚kritisches Stadium'), der Zeitabschnitt von etwa 1. Mai bis 20. Mai kann als ‚kritischer Zeitraum' in bezug auf Witterungsverhältnisse auf die Larve bezeichnet werden." Da nun drei Jahre (1929—1931) hindurch in den betreffenden Gegenden (Südkärnten) im Mai schönes Wetter mit geringen Niederschlägen herrschte, so dürfte darin „der Anstoß für das Zustandekommen des Massenauftretens von *D. sertifer* in den Jahren 1931/32 zu suchen sein". „Für das niederschlagsreiche Klima Südkärntens läßt sich sagen: Wo der eiserne Bestand von *D. sertifer* hoch ist, können einige aufeinanderfolgende Jahre mit schönem Wetter im Mai und Juni leicht zu massenhaftem Auftreten des Schädlings führen." — Direkt entgegengesetzt lauten die Angaben Schwerdtfegers, wonach selbst die ungünstigste Witterung während der „kritischen Zeitperiode", auf die jüngsten („kritischen") Larvenstadien (von *Diprion sertifer*) keinen bemerkbaren Einfluß auf die Mortalität ausgeübt hat. „Trotz Regen, Schnee, Hagel und mehreren starken Nachtfrösten zur Zeit des Eiraupenstadiums haben die Larven nicht gelitten; sie waren absolut wetterfest", lautete eine der Meldungen. In einer anderen heißt es: „Regen, Schnee, Hagel, Frost hatten keinen Einfluß", und in einer dritten: „Der starke Frost vom 1. Juni schadete den Larven nicht."

Ebenso herrschen bezüglich der Ursachen des **Zusammenbruchs (Krisis) der Gradation** ähnliche gegensätzliche Anschauungen:

So macht Schönwiese auch hierfür in der Hauptsache die Witterungseinflüsse verantwortlich. „Wenn die Kalamität schon weit fortgeschritten ist, scheint unter den in Kärnten vorliegenden sonstigen Verhältnissen schon normales Wetter im Mai und Juni einen Zusammenbruch der Kalamität hervorzurufen, während normalerweise eine Übervermehrung, die erst das Vorbereitungsstadium hinter sich hat, davon nicht berührt zu werden scheint." Den Parasiten kommt nach diesem Autor nur „die Bedeutung einer Zusatzwirkung" zu. „Das hohe Parasitenprozent am Schluß der Kalamität ergab sich als eine Folge des vorhergegangenen Massensterbens der fressenden Larven, d. h. die verhältnismäßig wenigen Larven, die das Einspinnstadium erreichten, konnten von den vorhandenen Parasiten zu einem sehr großen Hundertsatz befallen werden." Auch sonst findet man in der Literatur, vor allem in der forstlichen, dann aber auch in den großen forstentomologischen Werken, viele Angaben, wonach die

Krisis der Gradationen durch Witterungseinflüsse ausgelöst wurde. So führt Ratzeburg mehrere Beispiele für massenhaftes Absterben von *D. pini* nach Kälte, Nebel und Gewitter an; nach Altum haben die Blattwespenlarven sehr durch Fröste zu leiden, und nach Nitsche werden die Blattwespenlarven nach einer Häutung und kurz vor dem Einspinnen durch Frost, niedrige Temperatur und Regengüsse massenhaft vernichtet. „Man kennt Beispiele, daß solche plötzlich eintretende schlechte Witterung dem Larvenfraß auf weite Strecken hin mit einem Schlag Einhalt getan hat." Allerdings läßt Nitsche die Frage offen, inwieweit Pilzepidemien daran beteiligt waren.

Auf der andern Seite herrscht die Anschauung vor, daß es, wenigstens zum großen Teil biotische Faktoren sind, die die Krisis veranlassen. Nach Schwerdtfeger zeigten die Larven „der roten Buschhornblattwespe im Larvenstadium eine ausgesprochene Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige Witterungseinflüsse und ihr Ende wurde durch plötzliches Auftreten einer Larvenkrankheit verursacht, die ihren Symptomen nach vermutlich als Bakteriose anzusehen ist". Und in vielen Arbeiten der letzten Zeit wird der Zusammenbruch der Kalamitäten in ähnlicher Weise erklärt: durch Pilzinfektion, Bakteriosen in Zusammenwirkung mit starker Vermehrung der Parasiten und anderer Feinde. Über den Anteil der einzelnen biotischen Faktoren an der Herbeiführung des Zusammenbruchs lassen sich keine allgemein gültigen Regeln erkennen. Je nach der geographischen Lage des Befallsgebietes, nach den klimatischen Verhältnissen der verschiedenen Orte und der betreffenden Zeitperiode, je nach der Beschaffenheit des Waldes (Bodengüte, Altersklassen, reine oder gemischte Bestände usw.) ist bald dieser, bald jener Faktor vorherrschend. Dabei können sogar in einem Befallsgebiet bei ein und derselben Gradation beträchtliche Verschiedenheiten herrschen, wenn in demselben verschiedene Bestandstypen vorkommen.

Nach Schedl (1938 b) war bei der letzten *pini*-Gradation (1935—1937) auf der Frischen Nehrung ausschlaggebend für das Zustandekommen bzw. für den Zusammenbruch der Gradation in erster Linie die Sterblichkeit im Ei- und Larvenstadium. Stieg doch bei der Krisis die Ei- und Larvenmortalität auf 99,58 % (Sommergeneration 1936) und 99,88 % (Wintergeneration 1936/37), wobei die Mortalität der Eier durch den Chalcidier *Achrysocharella ruforum* Krauße die erste, und die Mortalität der Larven, vor allem durch Vögel verursacht, die zweite Stelle einnahm. Demgegenüber mußte bei der genannten Gradation die Kokonsterblichkeit als „Populationsregulator" zweiten Ranges betrachtet werden; bei ihr waren beteiligt: Vogelfraß mit 34,02 %, Drahtwurmfraß mit 4,26 %, Mäusefraß mit 4,04 %, Krankheit 3,7 %, Schlupfwespen 3,42 %, Mykosen 1,96 % und Tachinen 0,93 %. Diese Zahlen sind auf das ganze Gradationsgebiet bezogen; wird aber das Auftreten der einzelnen Faktoren nach den beiden standörtlich so verschiedenen Bestandstypen „Düne" und „Niederung" ausgeschieden, so ergaben sich vielfach recht bedeutende Unterschiede. So betrug der Anteil (an der Gesamtmortalität) des Vogelfraßes auf der Düne 68,80 %, in der Niederung nur 40,32 %; dagegen der Anteil des Mäusefraßes auf der Düne 2,47 %, in der Niederung 17,37 % usw.

Gößwald suchte auf experimentellem Wege zu einer Analyse der ursächlichen Zusammenhänge bei den Diprion-Gradationen (*D. pini*) zu gelangen. Er kam dabei zu folgenden Ergebnissen:

„Die Eigenart von *Diprion pini* als euryökes Insekt ermöglicht ein sehr weites Verbreitungsgebiet. Besonders starke Vermehrung wird nach den Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Untersuchungen gefördert durch trocken-

warmes Wetter, und zwar bei 20—26 ° C. Hier ist die Sterblichkeit sehr gering, die Entwicklungsgeschwindigkeit erhöht, wenn auch die maximalen Werte dieser beiden Faktoren hier nicht zusammentreffen können; denn im Bereich schnellster Entwicklung ist die Sterblichkeit zu hoch, und im Bereich geringster Sterblichkeit ist die Entwicklungsgeschwindigkeit mäßig. Zur Massenvermehrung ist außer dieser absoluten Einwirkung von Temperatur auch eine günstige Verteilung der Wärmegrade erforderlich, z. B. die Ermöglichung eines rechtzeitigen Schlüpfens der Elterngeneration, frühzeitige Einwinterung, günstiges Zusammentreffen der Geschlechter, d. h. Männchen und Weibchen müssen gleichzeitig schlüpfen."

Auch über den Verlauf und die Zeitdauer einer Gradation besitzen wir noch kein klares Bild, da meist nur die letzten Jahre, d. h. die Eruption, erfaßt wurde. Nur in einigen Fällen liegen weitere Angaben vor, die auf einen ziemlich langen Ablauf schließen lassen. Nach Altum (1898) zog sich die große ausgedehnte Gradation *(D. pini)* in Nordostdeutschland über etwa 6 Jahre hin, von 1889 bzw. 1890—1896/97. Die *pini*-Gradation im badischen Rheintal (im Anfang dieses Jahrhunderts) erstreckte sich ebenfalls über einen ähnlichen Zeitraum (1903—1909) und das gleiche gilt für die letzte badische Gradation, die von 1922—1927/28 währte.

Allerdings vollzieht sich der Verlauf der *Diprion*-Gradationen nicht immer in einer mehr oder weniger stetig aufsteigenden Linie, wie bei Schmetterlingsgradationen, sondern mit Unterbrechungen, in denen die Vermehrungskurve nach vorhergegangenem Anstieg wieder mehr oder weniger stark absinkt, um dann nach einiger Zeit (1—2 Jahre) wieder aufzusteigen und um so heftiger wieder in Erscheinung zu treten. Diese Unregelmäßigkeiten im Verlauf, die oft plötzliche Zu- und Abnahme der Populationsdichte scheint geradezu charakteristisch für die *Diprion*-Gradationen zu sein. Sie hängen wohl zum größten Teil mit den Generationsverhältnissen, vor allem mit dem verschieden langen Überliegen der Larven zusammen.

Schedl (1938 b) führt noch eine Reihe anderer Momente als Ursache für den unregelmäßigen Verlauf an: „In erster Linie die Art und Weise der Eiablage. Die Buschhornblattwespe braucht zur Eiablage bei der ersten Generation im Frühjahr vorjährige Nadeln in genügender Anzahl. Findet sie solche nicht, wie z. B. nach Licht- oder Kahlfraß im vergangenen Jahr, so ist sie gezwungen, auf weniger befressene Bestände überzuwandern. Dadurch und wegen der Abneigung der jungen Afterraupen der ersten Generation gegen die Nadeln der Maitriebe, haben solch stark befressene Bestände verhältnismäßig oft Gelegenheit, ihre Maitriebe voll und ungestört auszubilden. In der darauffolgenden Saison kommt es nun darauf an, ob die Bevölkerung in den neu infizierten Beständen für die Eiablage mit der vorhandenen Nadelmenge das Auskommen findet oder nicht. Trifft das letztere zu, so ist ein Abwandern der Weibchen in neue, noch kaum befressene Bestände, oder ein Rückwandern in die ursprünglichen Herde unausbleiblich. Das in der Literatur so oft erwähnte massenhafte Schwärmen, wobei es oft zu wolkenartigen Massierungen der Weibchen gekommen sein soll, würde gerade durch diese Tatsache seine Erklärung finden. Andererseits werden ebenfalls häufig wiederkehrende Berichte über viele Jahre dauernde Gradationen innerhalb größerer Gebiete, wobei verhältnismäßig wenige Bestände restlos vernichtet wurden, verständlich. Dazu kommt noch, daß die schwerfälligen Weibchen recht mäßige Flieger sind und bei auftretenden stärkeren Winden ihr beabsichtigtes Ziel nicht erreichen können, sondern hilflos vom Winde in Bestände getragen werden, welche nicht unmittelbar an den Gradationsherd anschließen, oder mit ihm in Verbindung stehen müssen.

Die Weibchen der zweiten Generation sind in bezug auf die Eiablage auf die Nadeln der Maitriebe angewiesen. Eine Bevorzugung solcher Zweige, welche

wenigstens teilweise noch ältere Nadeln tragen, ist dabei unverkennbar und kann beim Fehlen solcher ebenfalls zum Abwandern in weniger stark befressene Bestände führen.

Ein weiteres Merkmal der Blattwespengradationen ist das überaus plötzliche Auftreten oder Zusammenbrechen derselben. Günstige Umweltbedingungen während der ersten Generation können, auch bei verhältnismäßig geringen Kokonbevölkerungsdichten am Ausgang des Winters, schon in der zweiten Generation zu ganz erheblichen Schäden führen. Als Hauptregulator für viele solcher Fälle glaube ich die Eiparasiten betrachten zu müssen. Unter günstigen Umständen werden dieselben ihre Brut in die Eier, welche aus der ersten Schwärmperiode (März-April) stammen, voll unterbringen können. Durch die häufig auftretende zweite Schwärmperiode der ersten Generation im Juni und Anfang Juli haben die Eiparasiten Gelegenheit, wenigstens teilweise eine zweite Generation zu durchlaufen, und dann mit dem Rest, welcher nur eine Generation durchmachte, in der Sommergeneration der Blattwespe voll zur Wirkung zu kommen. Durch diese komplizierte Generationsfolge der Eiparasiten einerseits und das eigenartige phänologische Verhalten des Wirtes andererseits wird letzterer in vielen Fällen an einer starken Vermehrung gehindert sein. Durch ungünstige Witterungsverhältnisse werden die zarten Eiparasiten wahrscheinlich stärker in der Eiablage behindert als der Wirt. Dazu kommt aber noch das recht labile Verhalten der Blattwespen in bezug auf die quantitative Verteilung der beiden Flug- bzw. Schlüpfperioden. Bei verhältnismäßig früh eintretender Schlüpfperiode der Blattwespen, welche aber dann durch naßkalte Witterung abgebremst wird, und gleichzeitig die Eiparasiten an der Eiablage ihrerseits behindert, und beim Fehlen einer nennenswerten zweiten Schlüpfperiode können die Voraussetzungen für eine schlagartig starke Vermehrung der Blattwespen gegeben sein.

Als dritten Ursachenkomplex für die Unregelmäßigkeit von Blattwespengradationen betrachte ich die biotischen Widerstandsfaktoren im Winterlager. Den Vorpuppen im Kokon stehen eine ganze Reihe natürlicher Feinde gegenüber, aber wieder abweichend von vielen anderen schädlichen Forstinsekten spielt bald der eine, bald der andere Einzelfaktor die ausschlaggebende Rolle.

Die oft doppelte Blattwespengeneration in einer Saison mit ihrem verhältnismäßig frühen Beginn und späten Ende bedingt Gefahren von seiten der jahreszeitlichen Witterung. Spätfröste haben wiederholt die frisch geschlüpften Afterraupen, und Frühfröste die noch in der Entwicklung begriffenen Raupen überrascht und einschneidend dezimiert.“

Die **schädlichen Folgen** eines *Diprion*-Fraßes entsprechen in der Regel nicht dem oft erschreckenden Bild, das ein von *Diprion* kahl gefressener Bestand darbietet (vgl. das oben S. 29 über die Folgen des *Cephaleia abietis*-Fraßes Gesagte). Es ist kein Fall eines *Diprion*-Fraßes bekannt, daß — wie bei Nonne, Eule oder Spanner — ausgedehnte Flächen zum Absterben gebracht worden sind. Nur selten ist es bei den europäischen Gradationen zu großen Ausfällen gekommen, wie bei dem badischen Fraß 1903—1908, wo nach Nüßlin 184 000 fm gefällt werden mußten. Wenn wir aber hören, daß dieser Ausfall durch einen „zweiten schwächeren Fraß im Jahre 1908 in den vom Fraß 1903—1905 stark gelichteten und geschwächten Beständen“ verursacht wurde, so mögen Zweifel berechtigt sein, ob das Absterben nicht zum Teil auf inzwischen aufgetretene Sekundärschädlinge zurückzuführen war.

In den meisten übrigen Berichten werden die Folgen als relativ mäßig oder auch als gering bezeichnet, mit nur wenig Prozent Ausfall. Die Stärke des Ausfalls richtet sich nach dem Grad und der Wiederholung des Fraßes und vor allem auch nach der Bonität des befallenen Waldes: je geringer der Boden, je dürftiger die Bestände, desto höher wird das Absterbeprozent. Besonders unangenehm können die Folgen z. B. bei Dünenaufforstungen werden, da bei den ohnehin recht dürftigen Kulturen oder Beständen auch kleinere teilweise Ausfälle sich recht schädlich auf die Befestigung der Dünen auswirken.

Wo doppelte Generation vorkommt, werden die auffallenden Schaderscheinungen meist durch die 2. Generation (Herbstfraß) verursacht, da es sich dabei einmal um den zweiten Fraß im gleichen Jahr an den gleichen Bäumen handelt und da dann oft durch das Zusammentreffen verschiedener „überliegender“ Reihen eine um ein Vielfaches größere Zahl von Larven fressen als im Frühjahr. Der Herbstfraß ist es ja auch, an dem die Gradation gewöhnlich zuerst entdeckt wird.

Andererseits ist der späte Fraß von Vorteil für den Baum, da die Kiefer auch bei stärkerem Nadelverlust gegen Ende des Sommers durch gesteigerte Assimilation der übrig gebliebenen Nadeln einen Zuwachsverlust ausgleichen kann, wie Micke (1902) gelegentlich einer *pini*-Gradation in den Jahren 1891—1896 (im Biesentaler Revier) feststellen konnte. Von 1891—1895 trat der Fraß stets im Herbst, also nach der Vegetationsperiode auf: Die befallenen Bäume hatten nicht nur den normalen Jahresring angelegt, sondern waren wohl auch meist imstande, genügende Reservestoffe anzusammeln, so daß im nächsten Jahr stets Assimilationsorgane in hinreichender Anzahl gebildet werden konnten. Es kam nun im Jahre 1897 zu einem Frühjahrsfraß von großer Heftigkeit, inmitten der Vegetationsperiode und die Folge war ein ganz unvermittelter Sturz der Zuwachskurve; der Zuwachs fiel fast ganz aus. Es muß dabei allerdings berücksichtigt werden, daß in den 5 vorhergegangenen Jahren doch wohl eine allmähliche Erschöpfung der Reservestoffe eingetreten war, welcher Umstand mit der zeitlich ungünstigen Fraßperiode (Frühjahr) zusammengewirkt haben mag. Der Zuwachsverlust 1897 war übrigens bei den Stämmen auf besseren Böden geringer als auf schlechten, wie auch im ersteren Fall die Erholung weit schneller ging als im letzteren. Auch Hertz (1933) konnte mit Hilfe des Zuwachsbohrers feststellen, daß selbst durch starken Herbstfraß (in Finnland hat *D. pini* einjährige Generation) der Stärkezuwachs nicht gehemmt wurde.

Dagegen teilt Schönwiese mit, daß nach *sertifer*-Fraß, der stets im Frühjahr stattfindet — die Eier überwintern —, empfindliche Zuwachsverluste eintreten. Bei dem Südkärntener *sertifer*-Fraß (1935) ging in einem stark befallenen Bestand der Stärkezuwachs auf zwei Drittel und der Höhenzuwachs auf etwa die Hälfte der Durchschnittswerte der vorhergegangenen Jahre zurück.

Wenn die unmittelbaren Schäden des *Diprion*-Fraßes für die Forstwirtschaft erträglich sind (und bei weitem nicht an die Schäden durch Nonne, Spanner, Eule usw. heranreichen), so kann durch Nachkrankheiten, die die geschwächten Bäume befallen, also in der Hauptsache die Sekundärschädlinge (Borkenkäfer, *Pissodes* usw.) der Schaden wesentlich vergrößert werden.

Prognose und Bekämpfung

Die Prognose der *Diprion*-Gradation ist wegen der großen Vielseitigkeit der zu berücksichtigenden Faktoren recht schwierig. Zu den bei den Schmetterlings-Großschädlingen zu beachtenden Faktoren kommt hier vor allem noch die Frage des Überliegens, die die Prognose kompliziert, ferner noch der Umstand, daß die zu erwartende Eizahl nicht ohne weiteres aus der Größe der Kokons errechnet werden kann, wie wir dies von den

kokonlosen Puppen (Nonne, Eule usw.) her kennen [1]). Auch sind wir über die Relation Kokonzahl-Fraßgrad noch nicht genügend unterrichtet, und es ist auch fraglich, ob sich eine solche Relation mit ähnlicher Sicherheit wie z. B. bei der Nonne überhaupt feststellen läßt, da die „Kokonprognose" durch verschiedene Faktoren verwischt werden kann. Doch sind wir vorerst auf sie angewiesen [2]).

Bei einer in den Jahren 1935/36 an der Ostseeküste (zwischen Danzig, Forstamt Steegen und der Provinz Ostpreußen, Forstamt Fodersdorf) aufgetretenen *pini*-Gradation wurden von dem forstzoologischen Institut Hann.-Münden eingehende Untersuchungen über die Prognose durch Schedl angestellt (s. Eidmann 1936, Schedl 1938). Es wurden rund 43 000 Kokons, die von 1700 Probeflächen (je 1 qm) stammten, zwecks Beantwortung folgender Fragen untersucht:

1. Der Weibchenanteil — auf Grund der morphologischen Unterschiede in der Ausgestaltung der ♂ und ♀ Puppen.
2. Der Vermehrungskoeffizient — auf Grund des Vergleichs der vorjährigen alten Kokons mit den diesjährigen (wo das Schlüpfen bereits begonnen hat, lassen sich die neuen Kokons von den alten an der Frische des Schnittrandes, der Innenwand der Kokons usw. leicht unterscheiden).
3. Vernichtungsanteil durch biotische Faktoren (Räuber, Parasiten und Krankheiten).
4. Anteil der überliegenden Larven durch Untersuchung der Larven im Kokon (ob noch Eonympha s. oben S. 70).

Ergeben sich für die unter 1 und 2 genannten Faktoren hohe, für die unter 3 und 4 genannten dagegen niedrige Zahlen, so kann wohl mit einer ansteigenden Gradation gerechnet werden — und umgekehrt. Doch ist, wie schon gesagt, die Kokon-Prognose in mancher Hinsicht noch recht mangelhaft. Genauere Einzelheiten hierüber sind bei Schedl (1938 b) und bei Bitter u. Niklas (1939) angegeben.

Die Bekämpfung geschieht bei größerem Umfang der Massenvermehrung am besten durch Giftbestäubung (s. unten S. 113). Wo es sich um ein begrenztes Vorkommen in niederen erreichbaren Kiefernpflanzungen handelt, kann durch Zerquetschen oder Absammeln der klumpenweise beisammensitzenden Larven ein guter Erfolg erzielt werden (s. unten S. 113).

[1]) Schedl (1939) konnte bei annähernd gleichgroßen Kokons *(D. pini)* aus verschiedenen Gegenden (Meppen und Danzig) Unterschiede in der Eizahl von beinahe 100 % feststellen.

[2]) Bezüglich der nordamerikanischen *Neodiprion swainei* (an *Pinus banksiana*) stellt Schedl (1937) folgende Kalkulation auf:
Durchschnittliche Fraßmenge je Larve . . . . 40 Normalnadeln
Zahl der zur vollen Entwicklung gelangenden Raupen, welche den Kahlfraß je Stamm bedingen könnten . . . . rund 8500 Stück
Bei einer durchschnittlichen Zahl der Nachkommen je Weibchen von 80 entspräche dies 106 Eigelegen oder Weibchen
In Wirklichkeit gelangen aber nur 20 % aller abgelegten Eier zur vollen Entwicklung. Die Zahl der Eigelege erhöht sich demnach auf . . . . . 191 je Stamm
Bei angenommen rund 1000 Stämmen je Hektar und einem Geschlechterverhältnis von 1 : 1 wären für den Kahlfraß je Hektar . 382 000 gesunde Kokons notwendig
Dies entspräche einer Zahl von gesunden Kokons zu Beginn der Saison von 38,2 Stück je Quadratmeter oder 3,5 Stück je Quadratfuß

Die natürlichen Feinde und Krankheiten der Diprion-Arten

Während bei den Pamphiliiden verhältnismäßig wenig Parasiten vorkommen, ist die Parasitierung der Diprioninen geradezu eine aufdringliche Erscheinung, wie schon aus der umfangreichen Literatur über Diprion-Parasiten hervorgeht. Außer den Parasiten spielen die räuberischen Tiere in ihrer Wirkung auf die Diprion-Vermehrung eine bedeutende Rolle und endlich wird auch durch Pilzkrankheiten und Bakteriosen oft ein Massensterben der Larven verursacht.

A. Tierische Feinde

I. Räuber

1. Säugetiere *(Mammalia)*

Unter den Säugetieren spielen die Mäuse, vor allem *Mus (Apodemus) silvaticus,* eine bedeutsame Rolle als gradationshemmende Faktoren. „Mit bewunderungswürdiger Behendigkeit öffneten sie an den abgerundeten Enden die Kokons und zogen die Larven aus den Öffnungen heraus. Vor den Löchern und Gängen der Mäuse lagen die ausgeleerten Kokons oft zu hunderten (Müller 1821)." Und De Fluiter fand die Mägen der Mäuse während der Gradation vollgefüllt mit Diprion-Larven. Auch Loos (1905) konnte bei einer *pini*-Gradation im Sudetenland die Mäuse als einen wesentlichen Vernichtungsfaktor feststellen; es konnten unter stark befallenen Bäumen bis über 100 Stück je Quadratmeter ausgefressener Kokons gefunden werden (wobei allerdings auch Meisen beteiligt waren) [1]. Rudnew (1933) berichtet, daß bei einer *pini*-Gradation in der Ukraine 34 % der überwinternden Kokons von Mäusen und Vögeln vernichtet wurden. Auch Schedl (1928) konnte bei der Danziger Gradation (s. S. 112) Mäuse als wirksame Vernichter von *pini*-Kokons feststellen. Der Mäusefraß ist leicht zu erkennen: Die Mäuse quetschen den Kokon an dem einen Ende zusammen und nagen eine schlitzförmige Öffnung an der Spitze der zusammengequetschten Stelle, durch welche der Inhalt mit den unteren Nagezähnen herausgezogen wird (Abb. 86 i u. k).

Neben den Mäusen kann sich auch das Eichhorn *(Sciurus vulgaris)* in ausgiebiger Weise an der Vertilgung der Kokons beteiligen (nach Müller kann ein Eichhorn täglich 200 *Diprion*-Larven verzehren). Endlich ist noch das Wildschwein *(Sus scrofa)* als Kokonvertilger zu nennen.

2. Vögel

Eine gute kritische Darstellung der Bedeutung der Vogelwelt als Mortalitätsfaktor von *Diprion* verdanken wir A. v. Vietinghoff (1928). Er weist zunächst auf die ausgezeichnete Schilderung von Daniel Ernst Müller hin, der während einer *pini*-Gradation in Unterfranken (1819 bis

[1]) Ganz ähnliche Öffnungen werden auch durch Meisen verursacht, doch fehlt hier der tiefe von den oberen Nagezähnen herrührende Quetscheindruck der Öffnung gegenüber. Außerdem ist differentialdiagnostisch zu beachten, daß bei Mäusefraß gewöhnlich zahlreiche Kokons nebeneinander angehäuft sind, während die Meisen die Kokons nicht am Boden, sondern in den Baumkronen öffnen und daher die Kokons zerstreut im Bestand umherliegen.

1820) eingehende Beobachtungen über die Beteiligung der Vögel an der Reduzierung der *Diprion*-Population gemacht und seine Beobachtungen durch Magenuntersuchungen ergänzt hat — „eine Forschungsweise, wie sie auch heute nicht exakter durchgeführt werden kann". Nach Müller traten seinerzeit als Hauptvertilger Spechte *(Picus)*, Baumläufer *(Certhia familiaris* L.) und Kleiber (*Sitta europaea* L.) auf, die sowohl Wespen als auch Larven und Puppen aufnahmen. Als Nebenvertilger werden der Eichelhäher *(Garrulus glandarius)*, Kuckuck *(Cuculus canorus)*, kleinere Waldvögel, Schwalben und die Nachtschwalbe *(Caprimulgus europaeus)* genannt, die letzteren beiden nur als Vertilger der Wespen. In ganz geringem Maße traten die Krähen als Vertilger in Erscheinung.

Des weiteren werden in der Literatur erwähnt:

Der Tannenhäher *(Nucifraga caryocatactes* L.). „Bei einer Kalamität im Spessart, in der Rhön und im Steigerwald erschienen Tannenhäher, brüteten in den Eichenwäldern, zogen von da mit ihren Jungen in die benachbarten, von *Diprion* befallenen Kulturen und lasen tagsüber die an den Stämmen und im Grase eingesponnenen Puppen ab."

„Eifrig sind die Hühnervögel an der Vertilgung der Afterraupen beteiligt: In einem Bericht aus Friedrichswalde (Reg.-Bez. Stettin) werden Rebhühner „als sehr beachtenswerte Vertilger" hervorgehoben. In Schweden fand Meves die Kröpfe junger Birk- und Auerhühner gefüllt mit den Larven von *Lophyrus pini* L.

„Verschieden ist die Rolle der Spechte: Bei einem Fraß in Oberbayern war der Grünspecht am zahlreichsten vertreten, in zweiter Linie der Schwarzspecht, ‚nur spärlich hatten sich ihrem sonstigen Vorkommen um Niederarnbach die Buntspechte eingefunden'." „Die umgekehrte Erscheinung wurde bei dem Fraß in der Nähe von Theresienstadt (linkes Elbufer) beobachtet: Hier wurden während des ganzen Novembers (1904) von Loos Einschläge des Großen Buntspechtes am Fuße einzelner Stämme im Boden bemerkt, wo zahlreiche Kokons verborgen lagen. Die Einschläge waren tief und hatten ein tubenförmiges Aussehen." „Trotzdem der Grünspecht häufiger ist, war doch nur der viel seltenere Buntspecht gefunden worden."

Zusammen mit den Spechten werden fast immer Meisen erwähnt, die ja besonders während der Herbstgeneration der *Diprion*-Larven mit Spechten (fast immer Großer Buntspecht), Kleibern und Zaungrasmücken, oft auch Laubvögeln und Goldhähnchen, heterotypische Konföderatien eingehen. Es muß auffallen, daß die Kohlmeise, *Parus major*, häufig als spezieller Vertilger der in den Ritzen verborgenen und am Boden liegenden Kokons erwähnt wird, da sie im allgemeinen auf armen Kiefernböden — und gerade dort tritt ja *Diprion pini* L. am stärksten auf — sonst in der Regel nur eine sporadische Erscheinung ist. Sicher übertrifft sie *Parus cristatus* L. und *P. ater* L. quantitativ an den Fraßherden bei weitem. Die häufige Erwähnung der Kohlmeise wird daher wahrscheinlich auf ihre habituelle Auffälligkeit im Gegensatz zu Tannen- und Haubenmeisen zurückzuführen sein. *P. ater* bevorzugt zwar ältere Bestände, geht aber, wenn auch nicht so häufig wie *P. cristatus*, auch in die Dickungen.

„Die Haupttätigkeit der Meisen erstreckt sich auf Larven und Kokons. Die 2. Generation der Afterraupe trifft die Meisen schon im Zustande der

Vergesellschaftung, bei der sie die Bestände systematisch durchstreifen. Da fast alle Meisen Höhlenbrüter sind, und ihren Hauptnahrungsbedarf, wie Berlepsch nachgewiesen hat, zur Brutzeit aus einem Gebiet mit einem Aktionsradius von nur rund 50 m decken, so wird eine Vertilgung der in den Dickungen fressenden Afterraupen im Frühjahr mehr spontanen Charakter tragen, die Herbst- und (wenn der Boden nicht gefroren) Wintervertilgung einen systematischen."

„Bei dem herbstlichen und winterlichen Durchstreifen der Lophyrusgebiete durch Meisen- und Spechtgesellschaften kann die Vertilgung so intensive Formen annehmen, daß der Kalamität ein Ende bereitet wird. Altum mißt unter den Kommensalen dieser Konföderatien *P. ater* L. die größte Bedeutung bei."

Von den allotypischen Genossen der Gesellschaften wissen wir, soweit es die Vertilgung von *Diprion* angeht, nur sehr wenig. Nach Meves nährt sich *Phylloscopus borealis* (Blas.) in Rußland hauptsächlich von *Diprion*-Larven, *Sitta europaea* wird bei dem Fraß in Niederarnbach als Vertilger gerühmt. Goldhähnchen nahmen die Kokons von *D. pini* L. in der Pfalz und die von *D. polytomum* Htg. (auf Fichte) im Vogtlande auf (Escherich und Baer 1913). — Drosseln scheinen sich seltener an Fraßherden einzufinden. Als Antwort auf eine Rundfrage Altums wurde ihm aus 3 Revieren bei Stettin die Einwirkung der Drosseln gemeldet. — Die gleichen Nachforschungen ergaben dagegen wieder die außerordentliche Tätigkeit der Stare: „... Erschienen in viel größerer Menge als sonst in der Nähe des Fraßherdes." — „Große Scharen arbeiteten gegen die Larven" usw. — Altum bemerkt hierzu, die jungen schwärmenden Stare der ersten Brut fänden die Larven der ersten, die der zweiten die folgende Generation vor, und bei einer einzigen Generation könnten sich sogar beide Bruten mit den Larven beschäftigen. — Auch im Rheinland erschienen Stare scharenweise bei einem Fraß von *Diprion sertifer*.

„Außer den Meisenkonföderatien — zur Zeit der 2. Larvengeneration — ist nur noch der Kuckuck imstande, eine einmal ausgebrochene Kalamität zu dämpfen; so versammelten sich nach Landois (s. Link, Ornith. Monatsschrift 1889, 452 u. 506) 50 Kuckucke bei Enningen in einem kleinen Kiefernbestand, der ‚schon eines großen Teiles der Nadeln beraubt war'. — Krähen ziehen sich seltener an Fraßherden von *Diprion pini* L. zusammen. Sie wirken dann gegen die Afterraupen der 1. und 2. Generation, außerdem gegen die Kokons. In Betracht kommen hauptsächlich Nebel- und Rabenkrähe, doch fütterten auch Saatkrähen in Westpreußen ihre Jungen mit den Larven von *Diprion*. — Im Revier Eberswalde suchten Krähen in 2 Jagen in großen Scharen auf dem Boden der Altholzbestände nach Lophyruskokons. — Schwalben wurden zur Schwärmzeit der Wespen über die Fraßflächen streifend beobachtet (Z. f. Forst- u. Jagdw. 1893). — Von *Lanius minor* Gm. aufgespießte Afterraupen werden von Eckstein (1893) erwähnt."

Der Anteil des Vogelfraßes an der Kokonvernichtung kann sehr hoch werden, wie z. B. bei der letzten Danziger Gradation, wo der Vogelfraß „den weitaus wichtigsten Populationsregulator" darstellte (Schedl). Er wird dadurch noch besonders unterstrichen, daß die Vögel, durch den Gesichtssinn geleitet, die größeren weiblichen Kokons bevorzugen und damit eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses bewirken.

Die Kokonverletzung durch Vögel besteht gewöhnlich in einer unregelmäßigen exzentrisch gelegenen Öffnung an einem Ende des Kokons, an der meist ein kleines Deckelchen hängt (Abb. 86 h).

3. Insekten

Unter den räuberischen Insekten werden *Cicindela, Calosoma sycophanta* L., *inquisitor* L. und verschiedene andere Carabiden, Staphyliniden *(Staphylinus maxillosus)* genannt, ferner Elateridenlarven (Drahtwürmer), Raubfliegen (Asiliden), Syrphidenlarven, Kamelhalsfliegen, Wanzen und Ameisen.

Unter ihnen scheinen bisweilen die Drahtwürmer (Elateridenlarven) eine besondere Rolle zu spielen. „Sie bohren die im Boden liegenden Kokons an, fertigen eine langovale Öffnung mit typisch aufgebogenen Rändern (Abb. 86 g) und zwängen sich in die Kokons hinein, um den Inhalt bis auf kleine Reste zu verzehren." Nach Schedl (1938 b) können sie einen ziemlich hohen Anteil (bis 12 %) an der Gesamtvernichtung der Kokons erreichen.

Von Wanzen nennt Gäbler *Picromerus bidens* L., welche Art im Erzgebirge bei einer *sertifer*-Gradation häufig aufgetreten ist. Nach der Meldung des Forstamts waren auf den Zweigen, die von dieser Wanze besetzt waren, die *Diprion*-Larven tot. „Die Wanzen laufen mit vorgestrecktem Rüssel an die Larven heran und verankern sich so fest, daß kleinere Opfer mit erhobenem Rüssel lange Zeit frei in der Luft gehalten werden können. Schon kurze Zeit, nachdem die Larven angestochen sind, können sie sich nicht mehr bewegen. Die genannte Wanze ist nicht auf *Diprion* spezialisiert, sondern — allerdings mit Auswahl — polyphag. Wenn die Larven ausgesaugt sind, dann bemerkt man von außen nur noch die Tracheen und den Darm mit Inhalt."

Bezüglich der Ameisen *(Formica)* berichtet Schwerdtfeger, „daß diese bei der von ihm beobachteten *Diprion sertifer*-Gradation ein großes Morden unter den Blattwespenlarven angerichtet haben". Auf den von Ameisen besuchten Bäumen nahm die Larvenzahl innerhalb 14 Tagen um 78 % der Ausgangsdichte ab, während sie auf den anderen Bäumen im gleichen Zeitraum um 39 % geringer wurde. Die Ameisenkiefern waren schon Ende Mai praktisch raupenfrei, die andern dagegen erst Mitte Juni. „In lokal begrenztem Umfang sind somit die Ameisen als wichtiger Mortalitätsfaktor aufgetreten."

Daß Syrphiden-Larven zu den Blattwespenfeinden gehören, hat schon Ritzema Bos (Tierische Schädlinge und Nützlinge 1891, S. 635) festgestellt, der eine Syrphiden-Larve beim Aussaugen einer Larve von *Diprion sertifer* beobachtet hat. Siehe auch Enslin (1915 u. 1916).

II. Parasiten

Als Parasiten treten sowohl Schlupfwespen (s. l.) als auch Tachinen auf. Weitaus am meisten werden von ihnen die Kokonstadien (Einspinnlarve, Eo- und Pronympha) und die Eier befallen, während die freilebenden, fressenden Larven verhältnismäßig weniger angegangen werden. Da die meisten der Parasiten bei den verschiedenen *Diprion*-Arten vorkommen, also zum mindesten oligophag sind, so können sie hier gemeinsam be-

sprochen werden. In der Literatur über *Diprion*-Gradationen stoßen wir bei den „Schlupfwespen" am häufigsten auf die Namen *Microcryptus, Spilocryptus, Exenterus, Microplectron, Tetracampe* usw., und bei den Tachinen auf die Namen *Sturmia inconspicua, Ceromasia inclusa* oder *Diplostichus janithrix*. Unterschiede bestehen nur darin, daß die Hauptparasiten in den verschiedenen Gegenden wechseln, insofern als Parasiten, die bei der einen Gradation eine Hauptrolle spielen, bei anderen Gradationen nur seltene Erscheinungen sind, oder auch ganz fehlen. Es hat nicht viel Sinn in diesem Werk alle Parasiten, die je aus *Diprion*-Kokons usw. gezogen sind (es sind gewiß mehr als 100 Arten), peinlichst anzuführen, da es sich oft nur um gelegentliche Parasiten handelt, die bei gleichzeitiger Gradation eines anderen Schädlings, z. B. bei starkem Kieferneulenvorkommen, von der Eule verinzelt auch auf *Diprion,* übergegangen sind. Wir werden uns hier vielmehr nur auf die wichtigsten, für eine *Diprion*-Gradation wirklich bedeutsamen Arten beschränken.

Primärparasiten

Hymenoptera

Ichneumonidae

	Befallenes Stadium
Cryptinae	
Spilocryptus adustus Grav. (Abb. 75 c)	Kokonstadien
— *abbreviator* T. (Abb. 75 d)	„
Phygadeuoninae	
Microcryptus basizonicus Grav.	„
— *subguttatus* Grav. (Abb. 75 a)	„
— *sericans* Grav.	„
Pimplinae	
Pimpla alternans Grav.	„
— *pfanchuchi* Brauns	„
Ophioninae	
Holocremnus ratzeburgi Tschek.	Larve
Tryphoninae	
Exenterus marginatorius F. (Abb. 75 f)	Kokonstadien
— *oriolus* Htg.	„
— *cingulatorius* Holm.	„
Lamachus lophyrorum Htg. (Abb. 75 e)	„
— *frutetorum* Htg. (Abb. 85 A)	„
— *spectabilis* Hlmgr.	„
— *marginatus* Br.	„
Zemiophorus scutulatus Htg. (Abb. 75 g)	„
Hypsantyx impressus Grav.	„
Lophyroplectus luteator Thumb.	„
Torocampus eques Htg. (Abb. 75 b)	„

Chalcididae

Toryminae	
Monodontomerus dentipes Dalm. (Abb. 87)	„
Pteromalinae	
Eutelus (Amblymerus) subfumatus Ratz. (= *Platyterma ecksteini* Wolff.)	„

Eulophinae

Microplectron fuscipenne Zett. (Abb. 75 h) . . . Kokonstadien
Closterocerus spec. . . . . Ei
Tetracampe spec. . . . . ,,
Archysocharella ruforum Krauße . . . ,,

Proctotrupidae

Teleas spec. . . . . ,,

Diptera

Sturmia inconspicua Meig. (Abb. 91 b) . . . Larve
Diplostichus janithrix Hart. (Abb. 91 a) . . . ,,
Phryxe vulgaris Fall. . . . . ,,
Ceromasia inclusa Htg. (Abb. 91 c) . . . ,,
Lydella nigripes Fall. . . . . ,,

Sekundärparasiten[1])

Außer den hier genannten Primärparasiten schlüpfen aus den Kokons auch zahlreiche Arten der Gattungen *Liptocryptus, Hemiteles, Pezomachus, Mesochorus, Holocremnus, Diprachys, Eupelmelia.* Die *Holocremnus*-Arten befallen hauptsächlich die Larven der *Microcryptus*-Arten, die *Hemiteles* hauptsächlich die Larven von *Exenterus*-Arten. Manche Arten treten sowohl als Primär- wie als Sekundärparasiten auf, wie *Holocremnus, Dibrachys cavus* Walk., *Microplectron fuscipenne* Zett. (z. B. Tachinen).

Das prozentuale Auftreten der Parasiten ist, wie schon gesagt, sehr verschieden: Während z. B. nach de Fluiter bei den holländischen Gradationen von *D. pini* die *Microcryptus*- und *Spilocryptus*-Arten weitaus in der Mehrzahl waren und bis zu 91 % aller Schlupfwespen betrugen, traten bei Gradationen in anderen Gegenden die *Exenterus*-Arten mehr in den Vordergrund. Bei einer Gradation von *D. pallidum* in Polen stand *Hypsantyx impressus* Grav. mit 55 % aller Schlupfwespen an der Spitze, während *Microcryptus* mit 34 % und *Exenterus* gar nur mit 1 % beteiligt waren (Kuntze 1926). Bei einer Gradation von *D. sertifer,* in der Provinz Posen war nach Sitowski an erster Stelle bei der Parasitierung *Exenterus marginatorius* F. mit 30 %, dann folgte an zweiter Stelle der sonst so selten beobachtete *Lophyroplectus luteator* mit 29 %, dann an dritter *Torocampus eques* Htg., und endlich an vierter und fünfter Stelle verschiedene *Lamachus*- und *Microcryptus*-Arten. Bei einer anderen *sertifer*-Gradation in Böhmen-Mähren waren nach Kolubajiv (1938) die Hauptparasiten *Microcryptus basizonius* Grav., *Torocampus eques* Htg. und *Exenterus marginatorius* F. Bei wieder anderen *sertifer*-Gradationen in Südkärnten waren *Exenterus cingulatorius* Hlmgr. und *oriolus* Htg. und *Spilocryptus adustus* Grav. die Hauptparasiten, während *Microcryptus* hier ganz zurücktrat (Schönwiese 1935 a). Vielfach werden als die wichtigsten Widerstandsfaktoren die Eiparasiten (Chalcidier) genannt, deren Befall bis zu beinahe 100 % betragen kann. Und so könnten hier noch zahlreiche ähnliche Beispiele von *Diprion*-Gradationen angeführt werden, aus denen aber immer nur das gleiche hervorgehen würde, daß nämlich wohl fast immer wieder die gleichen Namen auf der Parasitenliste

[1]) In manchen Listen werden diese kurzweg als *Diprion*-Parasiten aufgeführt.

stehen, aber meist in anderen Kombinationen, und zwar oft auch in benachbarten Gebieten. Und so ist wohl anzunehmen, daß neben der Art des Waldes, den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen und eventuell auch dem Auftreten von Sekundärparasiten auch der Zufall bei der Zusammensetzung der Parasitenfauna eine Rolle spielt.

Bionomisches über die wichtigsten Parasiten

Bei der Häufigkeit der Diprion-Parasiten ist es verständlich, daß viele derselben Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden sind. Und so besitzen wir heute recht gute Kenntnisse über die Bionomie derselben. Besonders gefördert wurde das Studium der Parasiten auch noch durch den Umstand, daß zur biologischen Bekämpfung des nach Nordamerika verschleppten *Diprion polytomum* Htg. große Mengen europäischer Diprion-Parasiten zum Versand nach dort gesammelt wurden, wofür eine eingehende Kenntnis der Bionomie Vorbedingung war (Morris, K. R. S., Cameron, E., und Jepson, W. F., 1937).

Ichneumoniden und Chalcididen

Larven- und Kokonparasiten

Spilocryptus adustus Grav. (*nubeculatus* Grav.) (Abb. 75 c). Diese sehr variable Cryptine ist draußen während der ganzen wärmeren Jahreszeit zu finden. Es werden von ihr hauptsächlich die Kokons der Sommergeneration belegt, welche frei an Zweigen und Halmen angesponnen sind. Das Ei wird durch die Kokonwand hindurch an den Wirt gebracht; die Öffnung wird durch Stechen mit dem Bohrer vorbereitet und durch Einspeicheln und Benagen erweitert. Die Anstichstelle ist auch später noch deutlich erkennbar. Das ♀ ist nicht fähig, bereits parasitierte Kokons von nichtparasitierten zu unterscheiden, so daß die Eier oder Junglarven zuweilen auf anderen Parasiten gefunden werden. Die Entwicklung geht sehr rasch, im Sommer in 3—4 Wochen vor sich. Die erwachsene Larve fertigt ein seidiges, schwarzgraues festes Gespinst, das über Dreiviertel des Kokonraumes einnimmt. Die Wespe nagt sich durch ein seitlich vom Kokonpol gelegenes regelmäßig geformtes Flugloch nach außen (Abb. 76 u. 77) (Schönwiese, Thiede).

Microcryptus basizonius Grav. — Ist einer der bekanntesten und häufigsten *Diprion*-Parasiten aus *D. frutetorum* F., *pallidum* Kl., *pini* L., *sertifer* Geoffr. und *simile* Htg. gezogen. Das ♀, das sich meist am Boden, umgeben von zahlreichen ♂♂ aufhält, legt sein Ei durch die Kokonwand hindurch (Abb. 79) lose an die Haut des Wirtes, nachdem dieser zuvor durch kräftige Stöße gelähmt wurde (Scheidter). Die Entwicklung der Larve geht sehr schnell vor sich (rund 1 Monat), so daß 2—4 Generationen im Jahr aufeinanderfolgen können. Das 1. Larvenstadium ist wesentlich verschieden von den folgenden (Abb. 78), die erwachsene Larve umgibt sich mit einem Gespinst (Morris usw., Thiede, de Fluiter). — Außer *M. basizonius* treten noch zwei andere *Microcryptus*-Arten (s. oben) auf, die sich bionomisch wohl ähnlich verhalten dürften[1]).

---

[1]) *Microcryptus subguttatus* Grav. legt nach de Fluiter (1934) das Ei an die Innenseite der Kokonwand (Abb. 80).

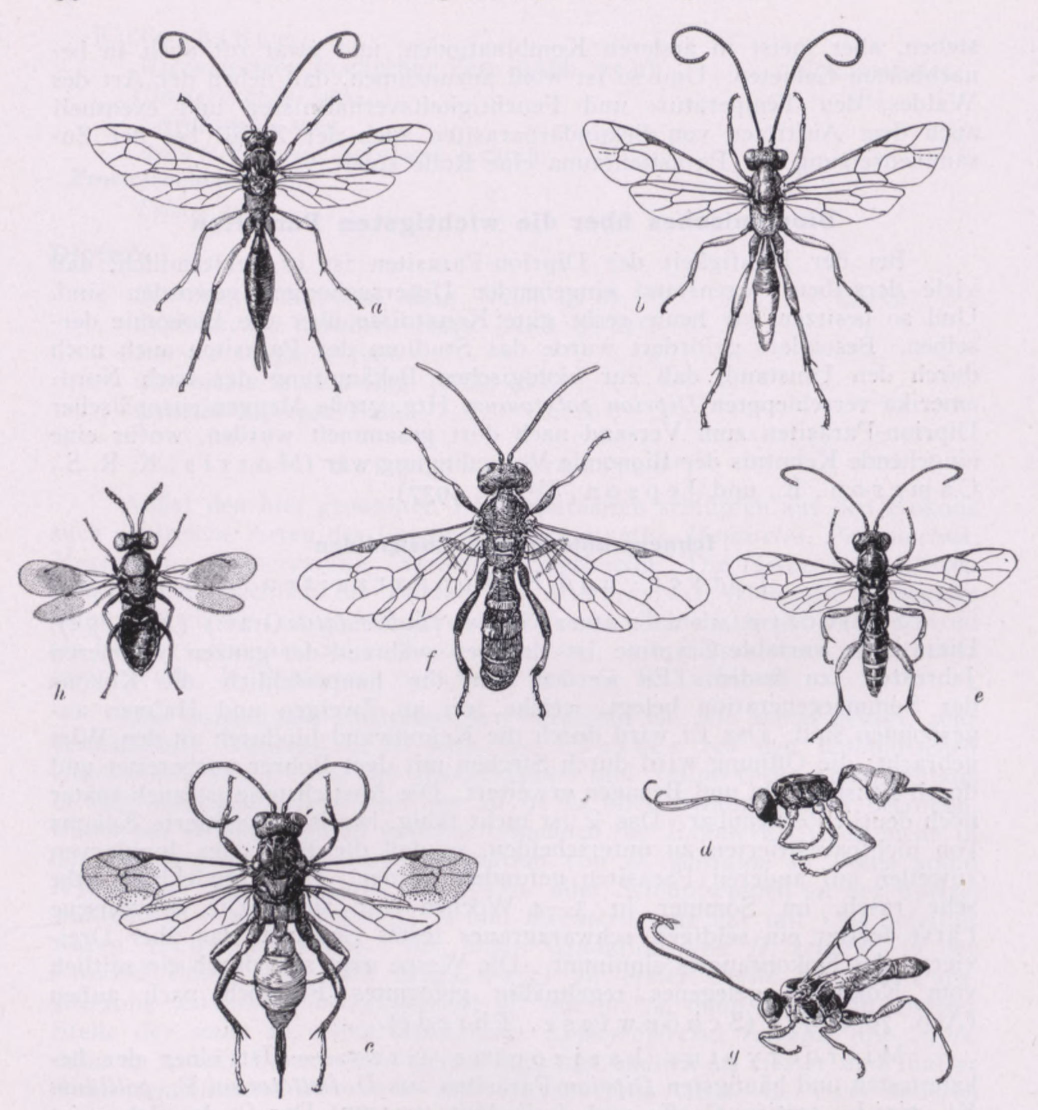


Abb. 75. Die wichtigsten Hymenopteren-Parasiten (Ichneumoniden und Chalcididen) der Diprionen, a *Microcryptus subguttatus* Gev., b *Torocampus eques* Htg., c *Spilocryptus adustus* Grv., d *Spilocryptus abbreviator* F., e *Lamachus lophyrorum* Htg., f *Exenterus marginatorius* F., g *Zemiophorus scutulatus* Htg., h *Microplectron fuscipenne* Zell. (h $^{10}/_{1}$, die übrigen rund $^{3}/_{1}$).

Die *Microcryptus*-Arten leiden oft stark unter dem Hyperparasitismus von *Holocremnus*-Arten wie *H. cothurnatus* Hlmgr., *contractus* Grav., *ratzeburgi* Tschek. Nach Sitowski (1925) betrug die Infektion mit diesen Hyperparasiten bei einer *sertifer*-Gradation in Posen 5—7 % (s. unten).

Holocremnus ratzeburgi Tschek. *(Ophioninae, Campoplegini)* (Abb. 81). Sitowski (1925) führt die *Holocremnus*-Arten als Hyperparasiten der *Microcryptus*-Arten an, während Morris und seine

Mitarbeiter *Holocremnus ratzeburgi* Tschek. als Primärparasiten verschiedener *Diprion*-Arten *(pini, polytomum)* beobachtet haben [1]). Er ist einer der wichtigsten Primärparasiten von *D. polytomum* in Europa, ein Parasitenprozent von 7—20 erreichend: Das ♀ legt das Ei in das 4. oder

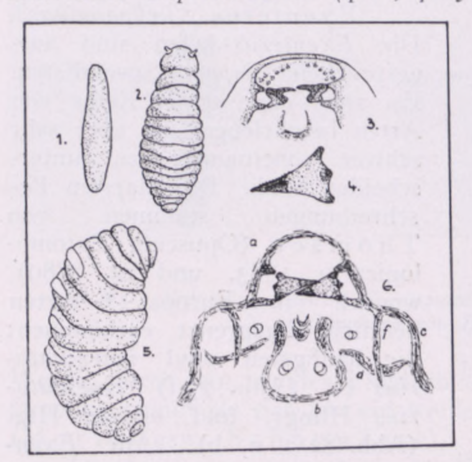


Abb. 76. *Spilocryptus adustus* Gr. 1. Ei, 2. Junglarve (15 mal), 3. Mundwerkzeuge der Junglarve (150 mal), 4. Mandibel des Einspinnstadiums, 5. Einspinnlarve (4.5 mal), 6. Mundwerkzeuge derselben (150 mal). Nach Schönwiese

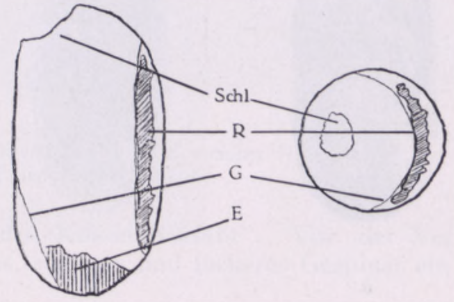


Abb. 77. Ein von *Spilocryptus* verlassener *Diprion*-Kokon im Längs- und Querschnitt. Schl Schlupfloch, R Reste der Wirtslarve, G Gespinst der Parasitenlarve, E Exkremente der Parasitenlarve. Nach Thiede

5. Stadium der *Diprion*-Larve in der vorderen Körperhälfte. Der Einstich ist als schwarzer Punkt auf der Haut zu erkennen. Die *Diprion*-Larve scheint durch den Anstich bzw. durch die Eiablage nur wenig irritiert zu werden, da sie dabei ruhig weiterfrißt. Die infizierte Larve spinnt auch noch ihren Kokon bevor sie zugrunde geht. Es gibt zwei Generationen im Jahr wie bei dem Wirt. Der Wespenflug ist einmal im

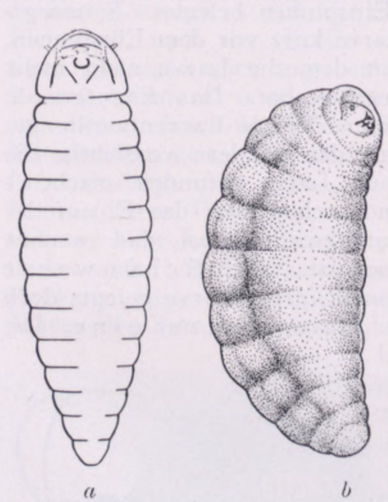


Abb. 78. *Microcryptus basizonicus* Gr. a Primärlarve, b erwachsene Larve. Nach Morris, Cameron und Jepson



Abb. 79. *Microcryptus*-♀ bei der Eiablage. Nach de Fluiter

[1]) Das *Holocremnus*-Ei wird in die *Diprion*-Larve versenkt, und die daraus auskommende Larve lebt endoparasitisch, während das Ei von *Microcryptus* in den *Diprion*-Kokon gelegt wird und die Larve ektoparasitisch lebt. „Es würde daher viel eher anzunehmen sein, daß die *Microcryptus*-Larve die *Holocremnus*-Larve verzehrt als umgekehrt" (Morris usw.).

Juni/Juli und sodann wieder im September. Die Eier der Septemberwespen überwintern in der Wirtslarve und ergeben erst im Frühjahr die Larven.




a *b*

Abb. 80. a Geöffneter Diprion-Kokon mit dem Ei von *Microcr. subguttatus* Gr. an der Innenwand des Kokons (nach de Fluiter); b Schlupfloch von *M. s.* in *Diprion*-Kokon

Exenterus *(Tryphoninae)*. Die *Exenterus*-Arten sind ausgesprochene *Diprion*-Spezialisten. Es sind eine ganze Reihe von Arten beschrieben, die aber sehr schwer voneinander zu unterscheiden sind. Die klarsten Beschreibungen stammen von Thomsen (Opuscula Entomologica 9, 1883, und 12, 1889), wonach in Europa 6 Arten deutlich abgegrenzt vorkommen; die häufigsten sind *marginatorius* F. (Abb. 75 f) *cingulatorius* Hlmgr. und *oriolus* Htg. (Abb. 82 a u. b). Alle *Exenterus*-Arten sind ähnlich gefärbt, schwarz mit gelber Zeichnung. Die wichtigsten bionomischen Angaben finden sich bei Scheidter (1934), Schönwiese (1935) und bei Morris usw. (1935).

Die *Exenterus*-Arten gehören wie die vorige Art zu den *Diprion*-Parasiten, die die freien Larven vor dem Einspinnen belegen. *E. marginatorius* F. belegt nach Scheidter die Larve kurz vor dem Einspinnen, und zwar in dem letzten Larvenstadium, in dem die Larve nicht mehr frißt und bereits ihren gesamten Kot abgegeben hat. Das *Exenterus*-♀ findet mit bewunderswerter Sicherheit in einer *Diprion*-Larvenfamilie gerade solche Individuen heraus, indem es mit den Fühlern vorsichtig die einzelnen Larven prüft. Hat es eine geeignete Larve gefunden, macht es plötzlich einen Sprung auf deren Rücken und „schon sitzt das Ei auf der jetzt heftig um sich schlagenden Larve", und zwar so fest, daß es ohne Verletzung der Larve nicht mehr zu entfernen ist. Nach Schönwiese werden bisweilen mehrere Eier (bis 5) an eine *Diprion*-Larve gelegt; doch entwickelt sich von den daraus schlüpfenden Larven stets nur eine. Die Primärlarve von *Exenterus* ist dorsoventral abgeplattet und seitlich mit abstehenden Haaren besetzt (Abb. 83 a), die wohl zur Fortbewegung dienen. Sie unterscheidet sich dadurch ganz wesentlich von der Sekundärlarve und allen späteren Stadien, die den gewöhnlichen Schlupfwespenlarven-Habitus zeigen (Abb. 83 b u. 84). In wenigen Wochen ist die *Diprion*-Larve völlig aufgezehrt, so daß nur noch die leere Haut übrig bleibt; an ihrer Stelle liegt jetzt eine „feiste Ichneumonidenlarve, die bald zur Puppe wird und kurze Zeit danach als fertige



Abb. 81
Holocremnus ratzeburgi Tschek.

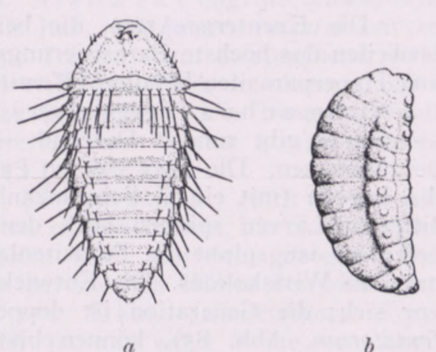


a *b* *c*

Abb. 82. *Exenterus*-Arten, a *E. cingulatorius* Holm., b *E. oriolus* Htg. (rund $^3/_1$), c Schlupfloch von *E.* in *Diprion*-Kokon

Wespe durch ein rundes Flugloch den Kokon verläßt". Vor der Verpuppung spinnt sie sich „in ein weißes, seidiges und lockeres Gespinst ein" (Morris usw., Schönwiese).

Schönwiese fand bei *E. cingulatorius* Hlmgr. unabhängig vom Geschlecht zwei Größentypen, deren mittlere Körperlängen sich mit 7,7 und 9,2 mm ergaben. Der Größenunterschied ist auf die verschiedene Größe der ♂ und ♀ Wirtstiere zurückzuführen, so daß es sich mit ziemlicher Sicherheit nach der Größe der fertigen Schlupfwespen angeben läßt, ob sie aus einem ♂ oder einem ♀ Wirt stammen. — Nach Morris und seinen Mitarbeitern gehört zu den optimalen Lebensbedingungen von *E. tricolor* Rom. (einem Parasiten von *D. polytomum*) hohe Luftfeuchtigkeit; deshalb finden sich hohe Parasitierungsgrade vor allem in feuchten gebirgigen Regionen, besonders in niederschlagsreichen Jahren (während in regenarmen Jahren der Parasitierungsgrad wesentlich zurückgeht).



a *b*

Abb. 83. *Exenterus tricolor* Rom. a Primärlarve (65 mal), b erwachsene Larve (4 mal). Nach Morris, Cameron und Jepson





Abb. 84. Mittlere Larvenstadien von *Exenterus cingulatorius* Holm. (3,5 mal). Nach Schönwiese





A *B*

Abb. 85. A *Lamachus frutetorum*, B *Lophyroplectus luteator* Thunb. (rund $^3/_1$)

Die *Exenterus*-Arten, die bei allen Diprion-Arten vorkommen und bisweilen das höchste Parasitierungsprozent ausmachen, werden nicht selten von Hyperparasiten befallen (*Hemiteles, Diprachys* usw.).

Lamachus *(Tryphoninae)*. Auch die *Lamachus*-Arten (Abb. 75 e) — und es gibt rund 1 Dutzend — scheinen ausschließlich bei Diprionen vorzukommen. Die Eier werden in die fressende Wirtslarve versenkt und die Larven (mit einem Schwanzanhang) leben endoparasitisch. Die parasitierten Larven spinnen noch den Kokon. Wenn der Wirt völlig ausgefressen ist, spinnt die Parasitenlarve ein dünnes weißes Gespinst innerhalb des Wirtskokons. Die Entwicklung geht durchschnittlich in 3 Wochen vor sich; die Generation ist doppelt. Die *Lamachus*-Arten (*lophyrorum, frutetorum*, Abb. 85), können bisweilen hohe Parasitierungsprozente erzeugen; sie sind aus den verschiedenen *Diprion*-Arten gezogen (*L. spectabilis* Hlmgr. aus *Diprion polytomum, abieticola, sertifer; L. marginatus* Br. aus *D. pini* usw.).

Lophyroplectus luteator Thunb. *(Tryphoninae)*. Dieser rötlich gefärbte, etwas an *Ophion* erinnernde Tryphonine (Abb. 85 B) wurde von Sitowski (1925) bei einer *sertifer*-Gradation als wichtiger Parasit (rund 30 % Parasitierung) festgestellt, während er bisher als Seltenheit gegolten hatte. Ratzeburg kannte nur 1 Exemplar, und Schmiedeknecht ist es, obwohl er Tausende von *Diprion*-Parasiten gezüchtet hat,

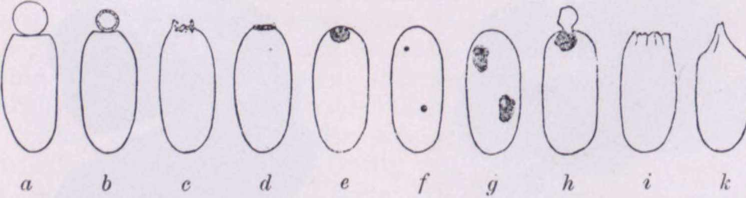


Abb. 86. *Diprion*-Kokons mit Schlupflöchern und Verwundungen verschiedener Feinde a Schlupfloch der Blattwespe, b *Diplostichus janithrix*, c *Ceromasia inclusa*, d *Sturmia inconspicua*, e Ichneumonide, f Chalcidide, g Elateriden-Larven, h Vögel, i u. k Mäuse. Nach Schedl

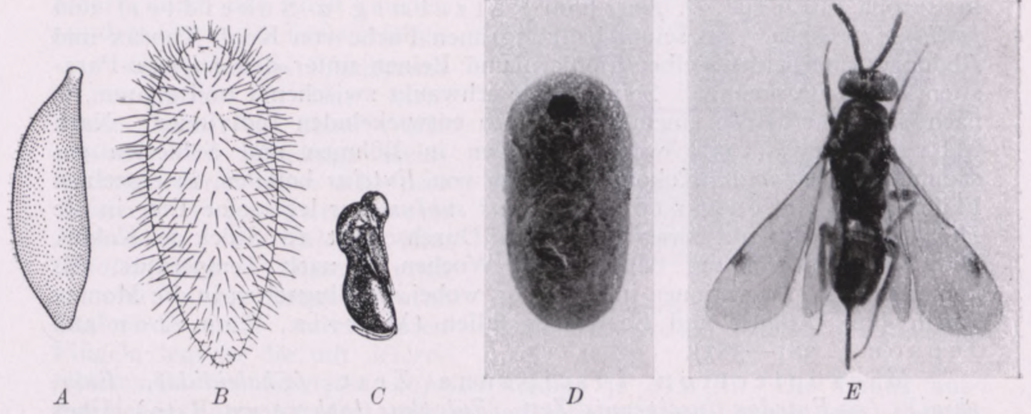


Abb. 87. *Monodontomerus dentipes* Dlm. A Ei (45 mal), B Larve (mal 12), C Puppe (7 mal) (nach Morris, Cameron und Jepson), D Schlupfloch in *Diprion*-Kokon, E Weibchen (10 mal)

niemals gelungen, diese Art zu züchten. Sitowski fing die schwärmenden Wespen in großer Zahl von April bis Juni. Die jungen *luteator*-Larven leben zuerst vom Blut ihres Wirtes und fressen dann entsprechend ihres Wachstums deren Fettgewebe auf, um sich schließlich in einem dünnen Kokon innerhalb des *Diprion*-Kokons zu verpuppen. Die Imago schlüpft durch eine seitliche Öffnung aus letzterem aus. Unter 40 gezüchteten Exemplaren waren 27 ♂♂ und 13 ♀♀ (Sitowski).

Torocampus eques Htg. *(Tryphoninae)*. Auch diese Art (Abb. 75 b), die im allgemeinen nur selten zu sein scheint, hat Sitowski bei einer *sertifer*-Gradation in Westpolen sehr zahlreich gezogen. Das Schlüpfen aus den Wirtskokons fand in der zweiten Hälfte des Mai statt.

Monodontomerus dentipes Dlm. *(Chalcididae, Torymínae)*. Dieser Chalcidide (Abb. 87 E) ist aus einer Reihe von Lepidopteren und Hymenopteren gezogen, auch als Sekundärparasit von Ichneumoniden und Braconiden (s. hierüber auch Escherich, Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten). Bei *Diprion pini, similis, sertifer* und *polytomum* ist er stellenweise sehr häufig als Primärparasit festgestellt worden. Morris bezeichnet ihn als einen der wichtigsten *polytomum*-Parasiten in Europa; in Böhmen-Mähren waren 4—40 % der gesammelten *polytomum*-Kokons von *M. dentipes* besetzt. Es wird hauptsächlich das Pronympha-Stadium befallen; gewöhnlich werden in 1 Kokon 5—6 bis 15 auffallend große Eier (Abb. 87 A) gelegt. Die Entwicklung geht ziemlich langsam und unregelmäßig vor sich, so daß meist nur 2 Generationen im Jahr vorkommen. Die Larven, die durch auffallende Behaarung gekennzeichnet sind (Abb. 87 B), leben ektoparasitisch an der Pronympha, die sie völlig aufzehren. Die Puppe ist zuerst gelblich, wird später schwarz und ist beim ♀ durch den langen dem Rücken anliegenden Ovipositor ausgezeichnet (Abb. 87 C). Aus einem Kokon konnten bis zu 12 Wespen gezogen werden (s. Morris, Cameron and Jepson 1937).

Eutelus (Amblymerus) subfumatus Rtz.[1]) *(Chalcididae, Pteromalinae)*. Ebenfalls ein wichtiger Parasit von *D. polytomum*

[1]) Nach Ruschka ist *Platyterma ecksteini* Wolff synonym mit dieser Art (Nowicki 1938, S. 473).

in Europa, auch aus *D. pini* (von Ratzeburg u. Scheidter) und *pallidum* gezogen. An seiner brillantgrünen Farbe von Kopf, Thorax und Abdomen und seinen gelben Fühlern und Beinen unter den *Diprion*-Parasiten leicht zu erkennen. Seine Länge schwankt zwischen 1 und 2,5 mm, je nach der Zahl der in einem Kokon sich entwickelnden Individuen. Nach Morris usw. (1937) waren von den in Böhmen und Schlesien gesammelten *polytomum*-Kokons 5—23 % von *Eutelus* befallen, in einzelnen Fällen 30 % und oft gar 60 %. *Eutelus subfumatus* legt seine Eier in die *Diprion*-Kokons, und zwar 3—30, im Durchschnitt 10 Stück je Kokon. Die Gesamtentwicklung dauert 3—5 Wochen je nach Temperatur. Es kommen 3—4 Generationen im Jahr vor, wobei die Flugzeiten in die Monate April, Juni, August und September fallen (Morris, Cameron and Jepson S. 381—383).

Microplectron fuscipenne Zett. *(Chalcididae, Eulophini).* (*= Entedon fuscipennis* Zett., *Eulophus lophyrorum* Ratz.) Über diesen Parasiten (Abb. 75) finden sich schon bei Ratzeburg einige bionomische Angaben (Ichn. *1*, 162), ferner bei de Fluiter und Schönwiese; eingehend haben sich mit ihm beschäftigt Morris und Cameron (1935) und Ullyett (1936). Nach der Kopula, die von Ratzeburg (1844) und Morris und Cameron (1935) ausführlich beschrieben wird, legt das ♀ seine Eier durch die Wand des *Diprion*-Kokons auf die Eo- oder Pronymphe [1]). Es bleibt dabei längere Zeit auf dem Kokon sitzen, wobei es bis 20 Eier und mehr in den Kokon bringt (Abb. 88). Die gesamte Eiproduktion eines ♀ schwankt zwischen 45 und 124 Eier, die Gesamtzahl der aus einem *Diprion*-Kokon auskommenden *Microplectron*-Wespen zwischen 5 und 120, im Durchschnitt in Ungarn 30,7, in Jugoslawien 72,5. In einem Kokon von Jugoslawien wurden einmal 164 Eier und 68 sich entwickelnde Larven gefunden. Wo so hohe Zahlen vorkommen, liegt zweifellos Superparasitismus vor, d. h. sind mehrere ♀♀ daran beteiligt. Entsprechend der großen Produktivität und der schnellen Entwicklung (2—3 Wochen, 3—4 Generationen im Jahr) ist das Parasitierungsprozent sehr hoch. An verschiedenen Plätzen von Jugoslawien konnten Morris und Cameron bis 78 % der *sertifer*-Kokons als von *Microplectron* befallen feststellen. In höheren Lagen, wo auch die Blattwespen in geringerer Zahl auftraten, war das Parasitierungsprozent weit geringer (33 %), um an manchen hochgelegenen Plätzen in Ungarn und Österreich auf 10 und noch weniger Prozent herabzusinken [2]). Einen großen Einfluß auf die Höhe der Parasitierung hat die Lage der *Diprion*-Kokons: Je leichter zugänglich dieselben sind, desto höher ist die Parasitierung, je verborgener und tiefer dieselben im Boden liegen, desto geringer der Parasitenbefall.

Es werden nur wenig kleine Ausfluglöcher (oder überhaupt nur ein Ausflugloch) durch die Kokonwand genagt (Abb. 86 f.), durch die die ganze Gesell-

---

[1]) Über das Auffinden des Wirtes und über das Unterscheidungsvermögen von gesunden und bereits parasitierten Wirten hat Ullyett (1936 a) eingehende Untersuchungen angestellt. Das *Microplectron*-♀ kann wohl die Kokons erkennen, die Parasiten in älteren Stadien enthalten, nicht aber solche, deren Larve oder Eonymphe mit einem Parasitenei oder einer eben geschlüpften Parasitenlarve besetzt ist.

[2]) Über die Temperatur-Abhängigkeit der Entwicklung bzw. Vermehrungshöhe von *Microplectron* hat Ullyett (1936 b) Versuche angestellt. Temperaturen zwischen 20 und 30 °C verbunden mit hoher Feuchtigkeit wirken sich besonders günstig auf die Vitalität aus.

schaft, durch das Licht geleitet, aus dem Kokon ins Freie gelangt.

Microplectron fuscipenne ist zweifellos ein sehr wirksamer Parasit [1]). Seine Wirksamkeit wird allerdings beeinträchtigt durch einen sehr produktiven Hyperparasiten, *Eupelmella versicularis* Rtz. (*Chalcididae*). Diese etwa 3,2 mm lange, braunschwarze Chalcidide mit rudimentären Flügeln legt in die mit *Microplectron*-Larven besetzten *Diprion*-Kokons je ein Ei. Die daraus auskommende Larve verzehrt 10—20 der *Microplectron*-Larven oder -Puppen und tötet schließlich noch die übrigen im Kokon lebenden Parasiten. So kann durch das Dazukommen der *Eupelmella* die Wirkung des Primärparasiten sehr stark heruntergedrückt werden, zumal der Hyperparasit infolge parthenogenetischer Fortpflanzung eine starke und rasche Vermehrung besitzt (Morris 1938).



Abb. 88. *Microplectron fuscipenne* Zett. auf *Diprion*-Kokon bei der Eiablage. Nach Morris u. Cameron

Microplectron kann übrigens gelegentlich selbst auch als Hyperparasit auftreten und andere primäre *Diprion*-Parasiten wie *Microcryptus* und auch Tachinenlarven befallen, wie de Fluiter und Morris u. Cameron beobachtet haben.



a *b*

Abb. 89. *Diprion pini*-Eier an Kiefernnadeln, bloßgelegt. a gesund, b von *Closterocerus* parasitiert. Nach de Fluiter

Eiparasiten

Als Eiparasiten werden in der Literatur angeführt: die Chalcididen Clostocerus spec., Tetracampus spec. (diprioni Ferr.) und Archysocharella (Wolffiella) ruforum Krauße, und von den Proctotrupiden eine Teleas spec.

Nach Scheidter (1934, 28) erreicht das Parasitierungsprozent durch Teleas bisweilen sehr hohe Zahlen; von 2517 *pini*-Eiern waren (bei München) in einem Teil nicht weniger als 2007 (d. s. 71,7 %), in einem sogar 80 % befallen, im Durchschnitt etwas über 50 %. Und so kann *Teleas* stellenweise zu einem der wichtigsten Mortalitätsfaktoren werden. Äußerlich erkennt man den vorhergegangenen Befall an kleinen Löchern (Ausfluglöcher) seitlich an dem Schaumdach der Eigelege. Die Eiablage des Parasiten findet unmittelbar nach der Eiablage des Wirtes statt. Scheidter beobachtete

[1]) Er wurde in großen Mengen (im Jahre 1934 rund 8 Millionen Individuen) nach Kanada zur Bekämpfung von *D. polytomum* gesandt.

wie die winzigen schwarzen *Teleas* sich in größerer Anzahl auf den frischen *pini*-Eigelegen herumtrieben, um diese anzustechen. „Ja, einige hielten sich umittelbar am Hinterleibsende der eierlegenden Blattwespe auf und warteten direkt darauf, bis diese wieder ein Ei abgelegt hatte, um dann gleich dieses frische Ei anzustechen."

Ganz ähnliches berichtet de Fluiter (1932 u. 1934) von Closterocerus spec.: Auch dieser Chalcidier folgt unmittelbar dem eierlegenden Blattwespen-♀, um gleich dessen frisch gelegte Eier anzustechen. Ebenso kann auch bei ihm die Parasitierung einen sehr hohen Stand erreichen. Das gleiche ist bei dem dritten der obengenannten Eiparasiten, Tetracampe diprioni Ferr. der Fall, indem auch bei ihm stellenweise fast „alle Eigelege durch denselben befallen und vernichtet werden können". Und nach Schedl (1938 b) trat Archysocharella ruforum Krauße in der letzten Danziger *pini*-Gradation als „wichtigster Regulator der Bevölkerungsdichte" auf.

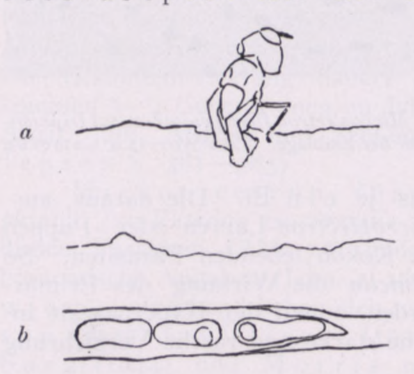


Abb. 90. *Archysocharella ruforum* Krauße. a beim Schlüpfen, b Eier mit Schlupflöchern Nach Krauße

So können also die Eiparasiten bei der Krisis eine hervorragende, ja eine ausschlaggebende Rolle spielen, da kein anderer *Diprion*-Parasit ein so hohes Parasitierungsprozent erreicht als diese.

Tachiniden [1]

Sturmia inconspicua Meig. (Abb. 91 a). Eine sehr polyphage Tachine, welche verschiedene Lepidopteren-Raupen (Nonne, Kiefernspinner, Schwammspinner und Kieferneule) und Blattwespenlarven parasitiert, von den letzteren speziell die *Diprion*-Arten (bis jetzt gezogen aus *pini, pallidum, simile, socium, frutetorum, laricis* und *sertifer).* Die Eiablage findet nach einigen Scheinangriffen trotz gemeinsamer Abwehrbewegung blitzartig statt, das Ei (oder auch mehrere) wird äußerlich an der Larve befestigt; die junge Larve schlüpft unmittelbar danach aus und bohrt sich in

[1] Schedl (1938 b) gibt folgende Übersicht zur Bestimmung der Tönnchen:

A Stigmenplatten weit abstehend, zylindrisch, die einzelnen Atemschlitze durch tiefe Einkerbungen getrennt. Das Tönnchen dunkelrotbraun, sehr dicht und fein gekörnt und deshalb matt erscheinend. Das Tönnchen wird außerhalb des Kokons geformt . . . . . . *Sturmia inconspicua* Meig.

AA Stigmenplatten nieder, nicht oder kaum abstehend, Tönnchenhaut glänzend, glatt und bestenfalls punktiert. Die Tönnchen werden im Blattwespenkokon geformt.

B Die Stigmenplatten nicht erhaben, unscheinbar, dazwischen ein tiefer Einschnitt und darunter eine zweifach gelappte, matte, schwache Auftreibung, Analöffnung sehr tiefliegend . . . . *Diplostichus janithrix* Htg.

BB Die Stigmenplatten schwach erhaben, ohne dazwischenliegende tiefe Einkerbung, aber darunterliegendem quergestelltem Schlitz.

Lydella nigripes Fall. *Ceromasia inclusa* Htg.

den Wirt ein. Wenn die Made ausgewachsen, verläßt sie den Wirt, um gewöhnlich im Boden sich zu verpuppen. Da die Made zur vollen Entwicklung meist in das Kokonstadium übergeht, so findet das Ausbohren gewöhnlich aus dem Kokon statt; seltener, wenn die Tachinierung schon in einem früheren Larvenstadium stattgefunden hat, kommt die *Diprion*-Larve nicht mehr dazu, einen Kokon zu spinnen und es bohrt sich dann die Made noch aus der freien Larve aus. Die von *Sturmia* verlassenen Kokons sind an der Form und Lage des Ausbohrloches leicht zu erkennen: Es liegt stets genau auf dem einen Pol (niemals exzentrisch) und ist sehr regelmäßig in der Form, kreisrund mit glatten Rändern. Das Loch ist wesentlich kleiner als das der *Diprion*-Wespen, und auch deutlich kleiner als die Ausbohrlöcher der Ichneumoiden (Abb. 86 d).

Die Generation ist meist doppelt; die Sommergeneration benötigt 5—6 Wochen zur vollen Entwicklung, die Überwinterung der zweiten Generation erfolgt sehr häufig im Madenstadium (in den Kokonstadien des Wirtes). Während *Sturmia inconspicua* bei unseren forstlichen Großschmetterlingen kaum eine erhebliche Bedeutung erlangt, ist sie bei den Blattwespen von größerer Wichtigkeit, deren Lebensweise sie mit ihrer meist doppelten Generation auch am besten angepaßt ist. „Ja, sie scheint sogar mit diesem ihrem Hauptwirt sozusagen so eng verwachsen zu sein, daß sie auch von dessen öfters vorkommenden Abweichungen von den gewöhnlichen Generationsverhältnissen mitbetroffen wird und ihre Entwicklung sich dann zur einfachen Generation und noch darüber hinaus verzögern kann (Baer 1921, Webber 1932, Morris 1937, de Fluiter 1934, Thiede 1838).

Die Tachine leidet bisweilen stark unter Hyperparasiten, *Hemipenthes morio* L. und *Argyraemoeba varia* F. (Sitowski 1925).

Ceromasia inclusa Htg. (Abb. 91 c). Eine speziell an *Dipiron* angepaßte Tachine, die wie *Compsilura* und *Lydella* einen „Sägebauch" besitzt und daher wohl wie diese der biologischen Gruppe V angehörend (die Eier werden mit Hilfe eines besonderen Apparates in das Innere des Wirtes gebracht). Die Made verläßt den Kokon der Blattwespe nicht, sondern verwandelt sich innerhalb des Kokons zum Tönnchen. Die Fliege muß daher mit ihrer Kopfblase den Kokon durchbrechen, wozu sie den von der *Diprion*-Larve dünner zugesponnenen einen Pol benutzt [1]). Zwei Generationen im Jahr.

Bei einer *frutetorum*-Gradation (1926/27) in Polen erreichte das Parasitierungsprozent der *Ceromasia* 17 %, obwohl sie stark unter einem Hyperparasiten (*Mesochorus fulgurans* Curt.) zu leiden hatte. „Wenn diese Hyperparasitierung nicht zustande gekommen wäre, so wäre diese

[1]) Schon Hartig (Aderflügler I, Tabl. III, Fig. 19) machte auf die dünne Stelle in dem Kokon aufmerksam; er meinte, daß hier „eine Sorge der Raupen für die in ihr lebenden Parasiten unbedingt stattfinde" — also eine „fremddienliche Zweckmäßigkeit" (Becker). Prell (1923) weist demgegenüber darauf hin, daß das Fenster in dem Kokon darauf zurückzuführen ist, daß die tachinöse Blattwespenlarve einfach nicht mehr imstande ist, die Kokonwand allenthalben vollkommen herzustellen. „Eine geringe ‚Nackensteifigkeit' der Blattwespenlarve macht es ihr dann schon unmöglich, genau in der Verlängerung ihrer Körperachse den Spinnfaden vorüberzuführen. Für die Kappenregion bestimmte Fäden werden also jeweils da angeklebt werden, bis wohin die Larve ihren Kopf vorstrecken kann — und diese Region des Kokons ist es dann also, welche zum Diaphragma ausgestaltet wird."

Tachine die zahlreichste Parasitenart (nach *Microplectron)* gewesen (Kuntze 1936)."

Diplostichus janithrix Htg. (= *tenthredinum* B. B.) (Abb. 91 a). Wie *Ceromasia,* so scheint auch der an und für sich seltene *Diplostichus* ein ausschließlicher *Diprion*-Parasit zu sein. Er ist aus *D. pini, simile, virens, frutetorum* und *polytomum* gezogen. Während einer *pini*-Gradation in Holland 1929/30 betrug sein Anteil an der Tachinen-Parasitierung bis zu 30 %. Die ausgewachsene Made verläßt ebenso wie bei der vorigen Art den Wirtskokon nicht, so daß das Tönnchen in dem letzteren steckt (Abb. 92 a). Das Auskommen der Fliege wird aber hier auf eine andere Weise gewährleistet als bei *Ceromasia:* Die ausgewachsene Tachinen-Larve sorgt für die fertige Fliege in der Weise vor, daß sie an dem einen Kopfende des Kokons von innen her einen kreisrunden Deckel abschneidet, der aber nicht abfällt, sondern fest mit dem Kokon verbunden bleibt [1]) (Abb. 92 b).

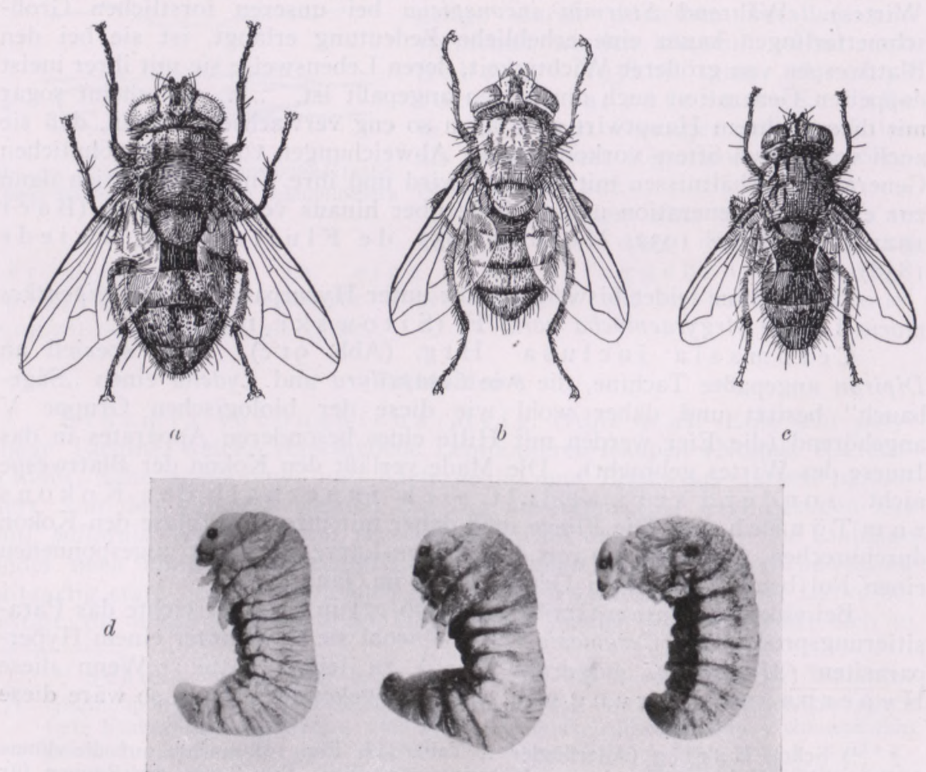


Abb. 91. Dipteren Parasiten (Tachinen) von *Diprion*: a *Diplostichus janithrix* Htg., b *Sturmia inconspicua* Mg., c *Ceromasia inclusa* Htg., d tachinöse Diprion-Larven

[1]) Es wurde unter Hinweis auf die Verhältnisse bei *Ceromasia* (s. oben) bezweifelt (s. R. appl. Ent. *21*, 382, de Meijere), daß die Tachinenmade selbst die Vorbereitung für das Ausschlüpfen aus dem Kokon treffe. Doch wurde durch nochmalige Untersuchung durch de Fluiter diese Annahme bestätigt (R appl. Ent. *21*, 443, s. auch ebenda 186).

Wenn nun die Tachine ausschlüpfen will, so muß sie zuerst das Tönnchen mit der Kopfblase öffnen und dann noch den präformierten Deckel hinausdrücken. Der Deckel bleibt gewöhnlich an einer Stelle an dem Kokon haften, woran die *Diplostichus*-Parisitierung leicht zu erkennen ist. Die Ausflugöffnung ist kreisrund, etwas kleiner als die von der Blattwespe, aber deutlich größer als die von *Sturmia* (Scheidter 1919, de Fluiter 1932).



a *b*

Abb. 92. a *Diprion*-Kokon mit Tönnchen von *Diplostichus janithrix* Htg. (nach de Fluiter), b *Diprion*-Kokon mit Schlupföffnung (mit anhängendem Deckel) von derselben Tachine

B. Pilze und Bakterien

Verpilzungen und Bakteriosen spielen bei der Beendigung von Massenvermehrungen oft eine bedeutende Rolle. In den Berichten über die verschiedenen *Diprion*-Gradationen kehren die Angaben immer wieder, daß plötzlich ein Massensterben unter den Larven eingetreten oder daß die überwinternden Kokonstadien in großer Zahl verpilzt sind (Abb. 93).

Für die Verpilzung der Kokonstadien wird vor allem verantwortlich gemacht: Beauveria densa Vuill. (Syn.: *Botrytis tenella* Delag., s. Bd. I, 277—280), die sich bisweilen sehr wirksam erwiesen hat bei der Verminderung der überwinternden Stadien (de Fluiter 1932). Nach Rudnew (1933) wurden bei einer *pini*-Gradation in der Ukraine 26 % der überwinternden Kokons durch Pilzkrankheiten und Bakteriosen vernichtet. Und nach Mokrczecki (1928) wurden bei einer *pallidum*-Gradation in Polen 50 % aller Larven durch *Beauveria* getötet, wobei die infizierten Larven sich noch eingesponnen haben. Schedl (1938 b) nennt ferner eine Isaria-Art, die bei der letzten Danziger *pini*-Gradation eine mehrprozentige Mortalität der Kokonstadien verursacht hat. Und endlich wird noch als dritter Pilz Scopulariopsis *(Penicillium)* brevicaulis var. alba Thom. als Mortalitätsfaktor angeführt.

Als Ursache des massenweisen Larvensterbens werden meist Bakteriosen angegeben, besonders da, wo ganze Larvennester zugrunde gehen. Shiperovitsch (1927) gibt folgende Symptome für Bakteriosen an: Verlängerung der Perioden zwischen den Häutungen, Einstellung des Fraßes und allmählich eintretende Unbeweglichkeit der Larven. Eine von Bakteriose befallene Larve bleibt gewöhnlich an den Zweigen hängen dank einer klebrigen Ausscheidung, welche aus der Mundöffnung hervortritt und die Brust und Füße an die Nadel anheftet (Abb. 94). Ein



Abb. 93. Verpilzte *Diprion*-Kokons Nach de Fluiter

bis zwei Tage nach dem Tod der Larve wird dieselbe dunkelbraun, die Organe zerfallen und die Chitinhaut enthält eine zähe, stark riechende Masse. Shiperovitsch beschreibt den von ihm isolierten Erreger, der in zwei biologisch und morphologisch verschiedenen Stämmen auftritt (als kurze und als lange Stäbchen), als Bacillus septicaemiae lophyri. Er steht am nächsten dem *Bacillus acridiorum* d'Herelle und dem *B. septicimiae arctiae cajae* Picard Blanc. Shiperovitsch hält diese Bakteriose für einen sehr wichtigen Krisenfaktor, so daß „es sehr wünschenswert erscheint, Versuche mit der Bekämpfung der Blattwespenlarven durch Schaffung künstlicher Infektionsherde anzustellen". Außer den Beobachtungen von Shiperovitsch in der Ukraine werden Gradationszusammenbrüche durch Bakteriosen auch aus anderen Gegenden gemeldet: Nach Schwerdtfeger (1936) trat am Ende einer *sertifer*-Gradation im Forstamt Waitze ein Massensterben der Larven ein, das wohl durch eine Bakteriose hervorgerufen worden ist. „Ob die Bakteriose primär auftrat oder als Folge einer sehr starken Parasitierung (wie es für den Zusammenbruch der Forleulengradation 1933 nachgewiesen wurde) konnte nicht ermittelt werden. Sie hatte jedenfalls die fast restlose Vernichtung der Larvenpopulation zur Folge." — Auch in der Westslowakei wurden nach Kolubajiv (1938) der größte Teil der Larven (95 %) einer *sertifer*-Gradation durch eine Bakterienseuche vernichtet; ebenso spielten bei *sertifer*-Gradationen in Norwegen Bakteriosen eine nicht geringe Rolle bei der Krisis (Schoyen 1911). Nach Zimanas (1937) ist bei einer *sertifer*-Gradation in Lettland (1927—1932) eine Krankheit „ähnlich der Flacherie" aufgetreten, die in zwei Jahren den gesamten Larvenbestand dahinraffte, so daß im folgenden Jahr kein Kokon mehr zu finden war. Die Krankheit hat sich nach dem genannten Autor hauptsächlich bei kühler niederschlagsreicher Witterung verbreitet. Sitowski (1925) spricht von der Polyederkrankheit, durch die $^3/_4$ der Larven von *sertifer* in Posen vernichtet wurden. Ob es sich in diesem Fall wirklich um Polyedrie gehandelt hat, oder vielleicht auch um eine Bakteriose, mag dahingestellt bleiben, zumal die äußeren Symptome der beiden Krankheiten manche Ähnlichkeit zeigen. Und auch Schedl (1938 b) führt eine in ihren Symptomen an die Polyedrie erinnernde Larvenkrankheit an, die die Larven entweder im letzten Larvenstadium oder aber erst, nachdem sie sich versponnen hat,

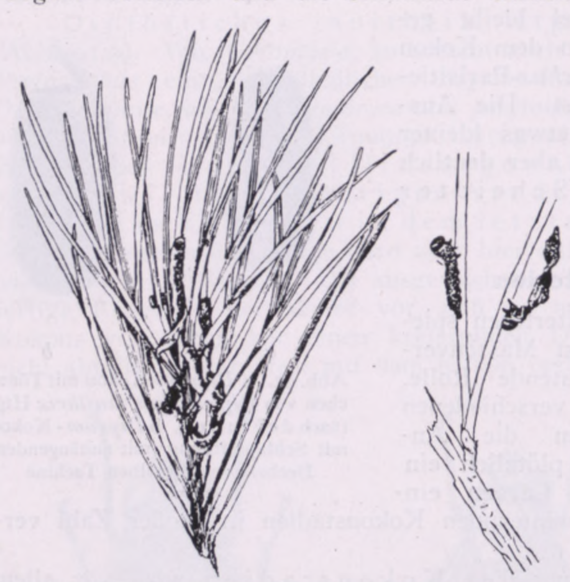


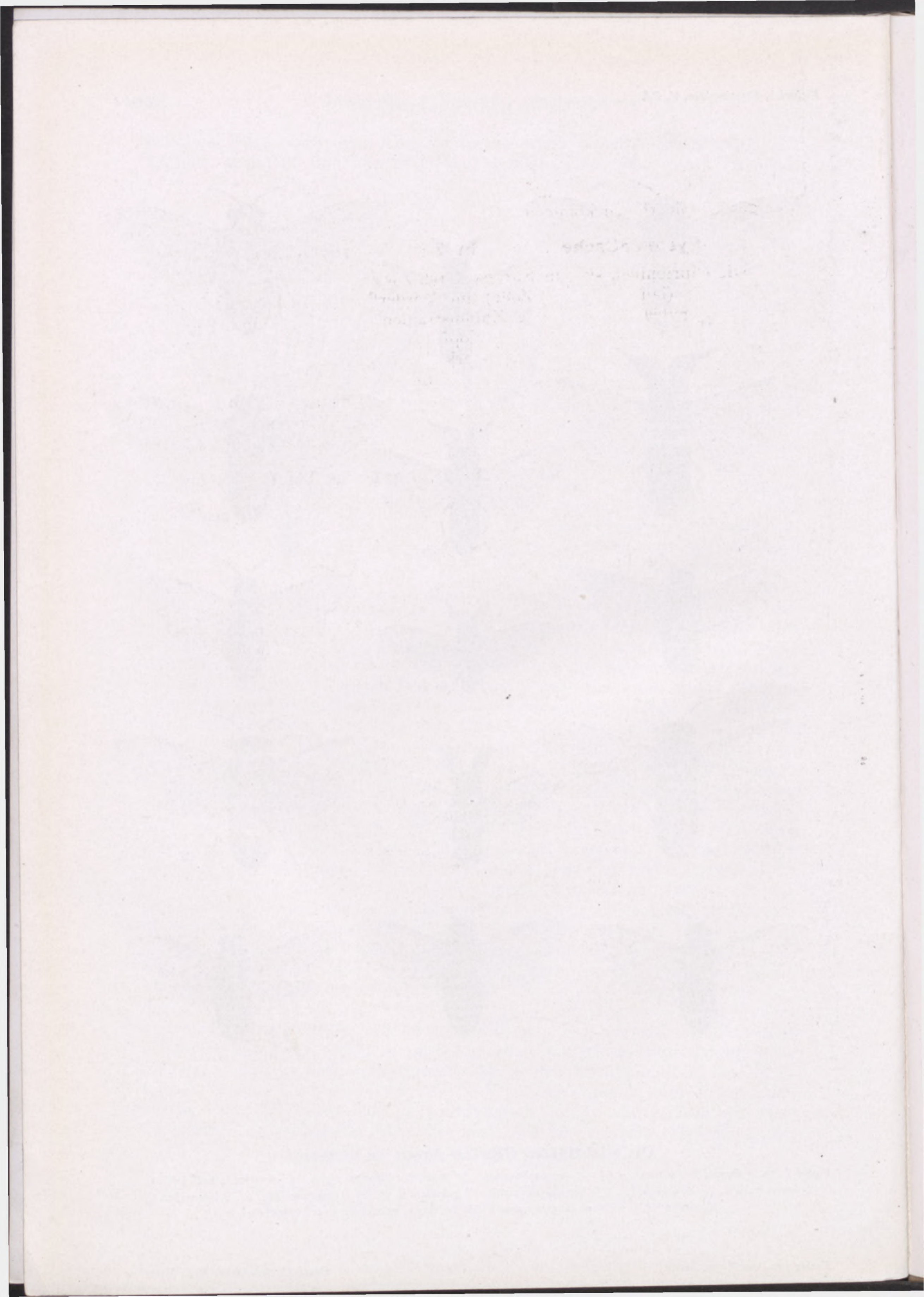
Abb. 94. Durch Bakteriosen getötete *Diprion*-Larven. Nach Shiperovitsch



Die wichtigsten Diprion-Arten an Kiefern

1 pini L. (a ♀ dorsal, b ♀ ventral, c ♂). 2 nemoralis Ensl. ♂. 3 sertifer Geoffr. (a ♀, b ♂). 4 pallipes Fall. (a ♀, b ♂). 5 frutetorum F. ♀. 6 socium Kl. ♀ (a dorsal, b ventral). 7 pallidum F. ♂. 8 variegatum Htg. ♀. 9 laricis Jur. ♀, 10 virens Kl. ♀ — Nach Angaben von F. Scheidter, gezeichnet von Zirngiebl.

Verlag von Paul Parey, Berlin *Druck F. Bruckmann KG., München*



tötet, und die in ihrer Wirksamkeit etwa der im gleichen Gebiet (Danzig) aufgetretenen *Isaria*-Mykose entsprochen hat. „Die Kokons solcher Larven sind oft viel weniger fest, ja es kann sogar nur zur Anfertigung einiger weniger Gespinstfäden kommen."

Systematische Übersicht über die Diprioninae

Die Diprioninen sind in Europa durch zwei Gattungen vertreten: Humeralzelle (lanzettförmige Zelle) im Vorderflügel durch Quernerv geteilt, Fühlergeißel der ♂ mit 2 Kammstrahlen an jedem Glied. Größere Arten mit meist stark punktiertem Kopf und Thorax. Larven auf Kiefer oder Fichte . . . . Diprion Schrk. (= *Lophyrus* Ltr., *Pteronus* Jur.)

Humeralzelle (lanzettförmige Zelle) im Vorderflügel in der Mitte zusammengezogen, Fühlergeißel des ♂ nur mit 1 Kammstrahl an jedem Glied. Sehr kleine Tiere mit fast völlig glattem Kopf unt Thorax. Larven auf *Juniperus* . . . . Monoctenus Dahlb.[1])

Gattung Diprion Schrk. (Lophyrus Ltr.)

Die Gattung enthält 15 europäische Arten, von denen allerdings nur ein Teil forstlich von Bedeutung ist. Immerhin werden jedoch auch die anderen Arten (besonders die Larven) dem Forstmann zuweilen begegnen, so daß eine Übersicht über die meisten in unsern Wäldern vorkommenden Arten nicht unerwünscht sein dürfte. Die Unterscheidung der ♀♀ ist nach den Enslinschen Tabellen (Enslin 1914, 1916, 1917) unschwer durchzuführen, während die Bestimmung der ♂♂ in manchen Fällen Schwierigkeiten bereitet, besonders, wenn es sich um abweichend gefärbte Stücke handelt.

Übersicht über die Imagines der europäischen Diprion-Arten[2])

Weibchen

1 Antennen auf der Ober- und Unterseite gesägt, gegen das Ende schwach verbreitert, am Ende schräg abgestutzt, 23gliedrig. Größte Art von 10—11 mm Länge. Mundteile, Pronotum und Binden des Hinterleibs gelb, am Schildchen oft zwei rundliche Flecken. Larve an Kiefer.
D. nemoralis Ensl. (= *nemorum* F.)

— Antennen nur auf der Unterseite gesägt, gegen das Ende verdünnt 2

2 Fußklauen einfach (Abb 95 A a) 3

— — mit Apicalzahn (Abb. 95 A b) 4

3 Flügel klar, Beine ganz oder größtenteils bleichgelb. Thorax- und Hinterleibsrücken ganz schwarz; die ganze Unterseite des Thorax, der Bauch, die Beine und das 9. Rückensegment, seltener auch die Oberlippe, das Pronotum und die Tegulae gelblich. An den Beinen ist oft die Basis der Hüften, die Spitze der Hintertibien und die Tarsenglieder geschwärzt (*var. politum* Kl.). Mitunter ist auch der ganze Körper schwarz, Beine wie bei *var. politum* Kl. (*var. aterrimum* Ensl.) Länge 6—7 mm (Taf. I, 4). Larve an Kiefer.
D. pallipes Fall. (= *dorsatum* aut., nec. F.)

---

[1]) Die Gattung hat nur wenige (2 oder 3) Arten, von denen *M. juniperi* L. die häufigste ist. Die Larve ist grün mit drei dunkelgrünen Längsstreifen und braunem Kopf mit schwarzen Augenfeldern; sie lebt auf *Juniperus*. Generation scheinbar einjährig; die Wespe fliegt zur Zeit der Wacholderblüte (Enslin). Die Larve ist sehr den Angriffen der Fliege *Staurochaeta albocingulata* Fall. ausgesetzt. „Mindestens die Hälfte der Larven sind Anfang Juli mit den kleinen weißlichen Fliegeneiern besetzt" (Forsius).

[2]) Nach Enslin 1914, 1916 u. 1917.

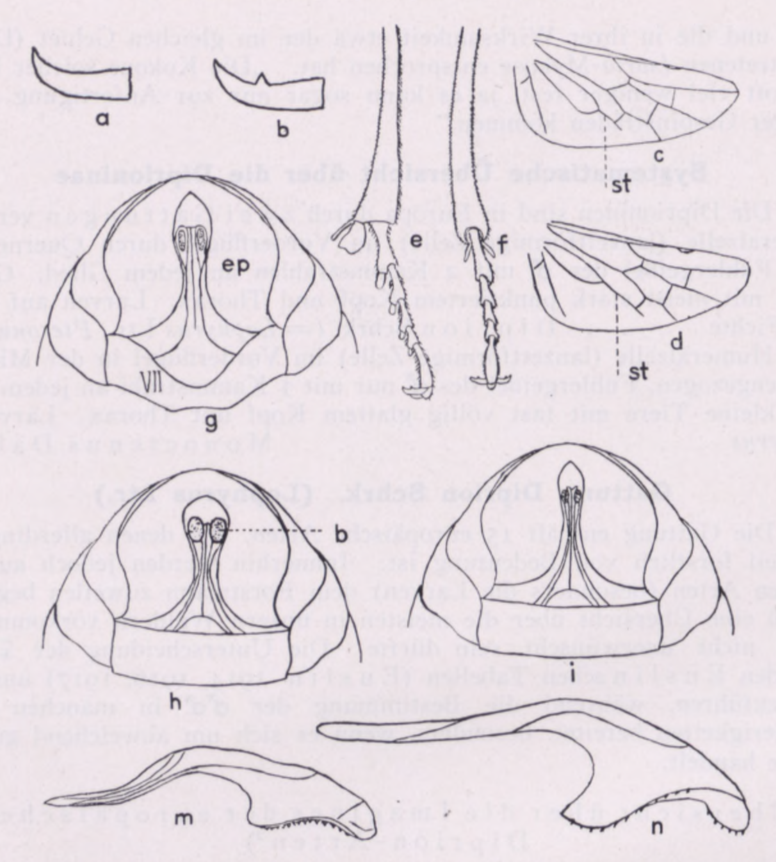


Abb. 95 A. Verschiedene Unterscheidungsmerkmale in der Gattung *Diprion*. a Fußklauen einfach, b Fußklauen mit Apicalzahn, c Stiel der Humeralzelle im Hinterflügel wenig länger als die Breite der Zelle, d derselbe fast doppelt so lang als die Breite der Zelle, e der innere Sporn der Hintertibien lappenförmig, f beide Sporen gleich, g Hinterrand des 7. Segmentes tief ausgeschnitten, h und i derselbe nicht oder nur wenig ausgeschnitten, h Bürstenplatten groß, voneinander getrennt, i dieselben sehr schmal, eng aneinander liegend, m Penis von *D. pini* L., n Penis von *D. simile* Htg. Nach Enslin

— Flügel in der Basalhälfte stark schwarzbraun getrübt, Beine schwarz, nur die vordersten Kniee, Tibien und Tarsen braun. Thorax und Abdomen braungelb, mit schwarzer Zeichnung. Länge 7—8 mm. Larve an Fichte.
D. fuscipenne Fors.

4 Mesonotum und Schildchen glatt, glänzend, ohne deutliche Punktierung. Stiel der Humeralzelle im Hinterflügel wenig länger als die Breite der Zelle (Abb. 95 A c). Färbung des ganzen Körpers hellbraungelb oder nur mit geringen schwarzen Zeichnungen. Körpergestalt ziemlich langgestreckt. Länge 7—9 mm (Taf. I, 3). Larve an Kiefer, tritt oft schädlich auf.
D. sertifer Geoffr. (= *rufum* Kl.)

— Mesonotum deutlich, Schildchen stark punktiert, Stiel der Humeralzelle fast doppelt so lang als die Breite der Zelle (Abb. 95 A d) 5

5 Der innere Sporen der Hintertibien lappenförmig erweitert (Abb. 95 A e) . 6

— Die beiden Sporen der Hintertibien gleichartig (Abb. 95 A f) 8

6 Mesosternum gelb oder blaßbräunlich. Stirne ohne schwarzes Querband oder dieses sehr schmal. Bauchseite des Hinterleibs ganz gelblich, höchstens die Segmentränder schwach gebräunt. Länge 8 mm. Larve an Kiefer, tritt schädlich auf . . . . D. pallidum Kl.

— Mesosternum schwarz oder schwarzbraun, nur selten gelb (*var. pseudopallidum* Ensl.), Stirne mit einem breiten schwarzen Querband (von Auge zu Auge), Bauchsegmente oft schwarz gerandet 7

7 Antennen so lang als der Kopf breit, 20—22gliedrig, Körper walzig. Hinterschenkel an der Basis meist geschwärzt. Färbung bräunlich-gelb mit schwarzen Zeichnungen auf Kopf, Brust und Abdomen. Die *var. pseudopallidum* Ensl., die sich durch das gelbe Mesosternum und die gelben Beine von der forma typica auszeichnet, kann leicht mit *pallidum* verwechselt werden, läßt sich aber durch größere Zahl der Fühlerglieder und durch die breite schwarze Stirnbinde leicht davon unterscheiden. Länge 8 mm. Larve auf Fichte.
D. polytomum Htg. (= *hercyniae* Htg.)

— Antennen deutlich kürzer als der Kopf breit, mit 18—19 Gliedern, Körper breit eiförmig. Alle Schenkel meist ganz gelb. Die helle Körperfärbung rein gelb. Es kommen auch Formen mit mehr schwarz am Thorax und Hinterleibsrücken vor (*var. atramentarium* Ensl.). Länge 8,5—9,5 mm (Taf. I, 10). Larve an Kiefer.
D. virens Kl.

8 Der Hinterrand des letzten (7.) Bauchsegmentes in seiner Mitte tief dreieckig ausgeschnitten (Abb. 95 A g). Sehr plumpe Arten 9

— Der Hinterrand des letzten (7.) Bauchsegmentes nicht oder nur wenig ausgeschnitten (Abb. 95 A h u. i) 10

9 Die Zähne an den einzelnen Querreihen der Säge sehr verschieden (besonders in der 2. und 3. Querreihe) (Abb. 95 B). Färbung sehr variabel. Länge 8,5—10 mm (Taf. I, 1). Larve an Kiefer; sehr schädliche Art . . . . D. pini L.

— Die Zähne an den einzelnen Querreihen der Säge an Größe wenig verschieden (Abb. 95 B). Sonst der vorigen Art völlig gleichend. Larve dagegen stark verschieden von der *pini*-Larve (s. unten S. 103); lebt ebenfalls an Kiefer
D. simile Htg.

10 Bürstenplatten am Ende der Legescheide groß, oval, weit auseinanderstehend (Abb. 95 A i). D. socium Kl. (Kiefer) (Taf. I, 6), variegatum Htg. (Kiefer) (Taf. I, 8) u. abieticola D. T. (Fichte)

— Bürstenplatten sehr schmal, eng aneinanderliegend und daher kaum sichtbar (Abb. 95 i). Larven an Kiefer . . D. laricis Jur. u. D. frutetorum F.

Männchen

1 Fühler mit 32 Gliedern. Schwarz, Pronotum breit, gelb, die Rückensegmente des Hinterleibes seitlich mit dreieckigen rotgelben Flecken. Größte Art, Länge 10 mm (Taf. I, 2) D. nemoralis Ensl.

— Fühler höchstens mit 26 Gliedern, kleinere Arten . . 2

2 Klauen einfach (Abb. 95 A a), Kopf und Brust stets ganz schwarz. Kleinste Art, Länge 4—5 mm (Taf. I, 4).
D. pallipes Fall.
(= *dorsatum* aut., nec F.)

— Klauen mit Subapicalzahn (Abb. 95 A b) 3

3 Mesonotum glatt und glänzend oder nur sehr schwach punktiert. Fühler 25- bis 26gliedrig. Gestalt sehr schlank. Schwarz, teilweise der Bauch, selten auch teilweise der Rücken rötlich. Humeralzelle im Hinterflügel nur kurz gestielt (Abb. c). Länge 6—8 mm (Taf. I, 3).
D. sertifer Geoffr.
(= *rufum* Kl.)

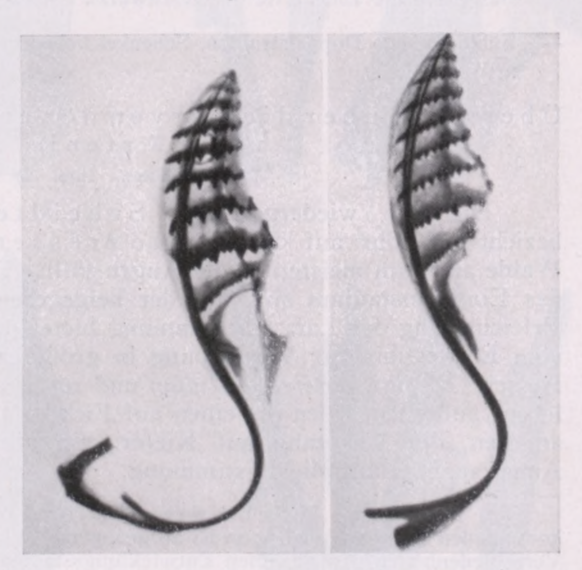


Abb. 95 B. Sägeblätter von *Diprion pini* L. (links) und *D. simile* Htg. (rechts). Bei *pini* sind die Zähne der einzelnen Reihen abwechselnd verschieden groß, bei *simile* annähernd gleich groß.

Nach Schedl

— Mesonotum und Schildchen deutlich und oft etwas runzelig punktiert. Humeralzelle im Hinterflügel lang gestielt (Abb. 95 A d) 4

4 Sehr plumpe Arten, Hinterleib wenig länger als der Thorax breit. Die breite Spitze der Hinterflügel schwärzlich. Bauch schwarz oder schmutzig braun. Schenkel meist schwärzlich. Die beiden Arten können als Imagines nur durch die mikroskopische Untersuchung des Penis sicher unterschieden werden (Abb. 95 A m u. n). Die Larven der beiden Arten sind deutlich verschieden
D. p i n i L. (Taf. I. 1) und s i m i l e H t g.

— Schlankere Arten; Hinterleib viel länger als der Thorax breit. Bauch ganz oder größtenteils gelb oder rot (nur bei *D. laricis* schwarz, hier aber die Spitze der Hinterflügel höchstens leicht getrübt und Hinterschenkel größtenteils hell rotbraun) . 5

5 Bauch ganz schwarz oder nur die Spitze rötlich. Länge 6,5—7,5 mm.
D. l a r i c i s J u r.

— Bauch ist in größerer Ausdehnung rot oder gelb 6

6 Fühler länger als der Thorax, mit 21—23 Doppelstrahlen D. p o l y t o m u m H t g.

— Fühler nicht länger als der Thorax, höchstens mit 20 Strahlen 7

7 Die breiten Ecken des Pronotums gelb 8

— Pronotum schwarz oder die Ecken nur schmal gesäumt 9

8 Hinterleibsrücken vom zweiten Segment an deutlich rot, gegen die Spitze die rote Farbe sich allmählich mehr ausbreitend, die letzten Segmente größtenteils oder ganz rot. Kopf schwarz, Oberlippe und Vorderrand des Clypeus gelb. Fühler mit 20 Doppelstrahlen. Länge 6—7 mm . . . . D. v i r e n s K l.

— Hinterleibsrücken ganz schwarz oder nur die drei letzten Segmente an den Seiten rot. Fühler mit 19 Doppelstrahlen. Länge 6 mm . . D. a b i e t i c o l a D. T.

9 Kopf ganz schwarz, höchstens die Oberlippe dunkelbraun 10

— Die Oberlippe und meist auch der Clypeus ganz oder teilweise gelb 11

10 Fühler mit 18 oder 19 Doppelstrahlen, Bauchfläche hell, bräunlich-gelb.
D. f r u t e t o r u m F.

— Fühler meist mit 20 Doppelstrahlen. Bauchsegmente meist schwarz gerandet.
D. v a r i e g a t u m H t g.

11 Fühler mit 18 oder 19 Doppelstrahlen, Schenkel gelb, an den hinteren die äußerste Basis und die Innenseite oft geschwärzt. Klauen gelb (Taf. I, 7).
D. p a l l i d u m K l.

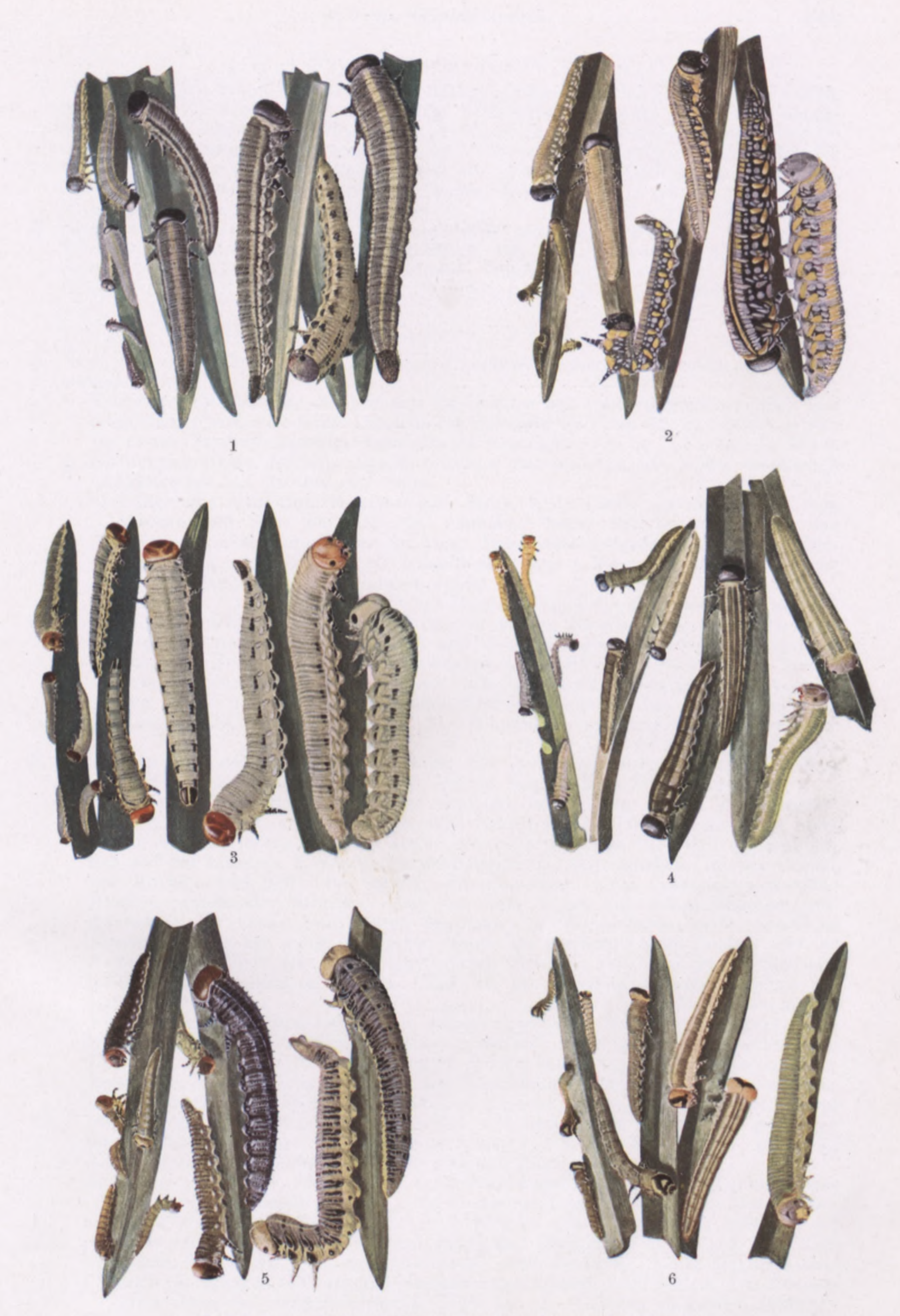
— Fühler mit 20 Doppelstrahlen, Schenkel hellrotbraun, meist nicht schwarz. Klauen schwarz . . . . D. s o c i u m K l.

Übersicht über die Larven der europäischen Diprion-Arten[1])

(Hierzu Tafel II)

Die hier wiedergegebene S c h e i d t e r sche Bestimmungstabelle [1]) bezieht sich nur auf das l e t z t e f r e s s e n d e S t a d i u m, das ja im Walde auch am meisten in die Augen fällt. Die früheren Stadien und auch das Einspinnstadium sind auf der beigegebenen Tafel II zu sehen. Eine Erleichterung der Larvenbestimmung bietet der Umstand, daß einige Arten vom Ei weg bis zur Verpuppung in größeren Familien gesellig zusammen fressen *(D. pini, sertifer, pallidum* und *socium)*, während die anderen solitär leben; außerdem leben die einen auf Fichte *(abieticola* und *polytomum)*, die anderen, die Mehrzahl, auf Kiefer. So gibt also auch die Lebensweise Anhaltspunkte für die Bestimmung.

[1]) Forstmeister F. S c h e i d t e r (1934) hat die Larven sämtlicher bei uns vorkommenden *Diprion*-Arten vom Ei ab gezogen und konnte so auch die oft recht großen Verschiedenheiten der einzelnen Entwicklungsstadien feststellen. Alle in diesen Zuchtversuchen vorkommenden Stadien ließ S c h e i d t e r durch Dr. Z i r n g i e b l malen, so daß eine vollkommene Bildersammlung nicht nur von allen Arten, sondern auch der sämtlichen Entwicklungsstadien derselben zustande gekommen ist. Durch die Abbildungen wird die Bestimmung der Arten wesentlich erleichtert und gesichert, so daß ich glaube, daß die Wiedergabe der einzig dastehenden Bildersammlung (in verkleinertem Maßstab) sehr nützlich ist (Taf. I u. Taf. II).



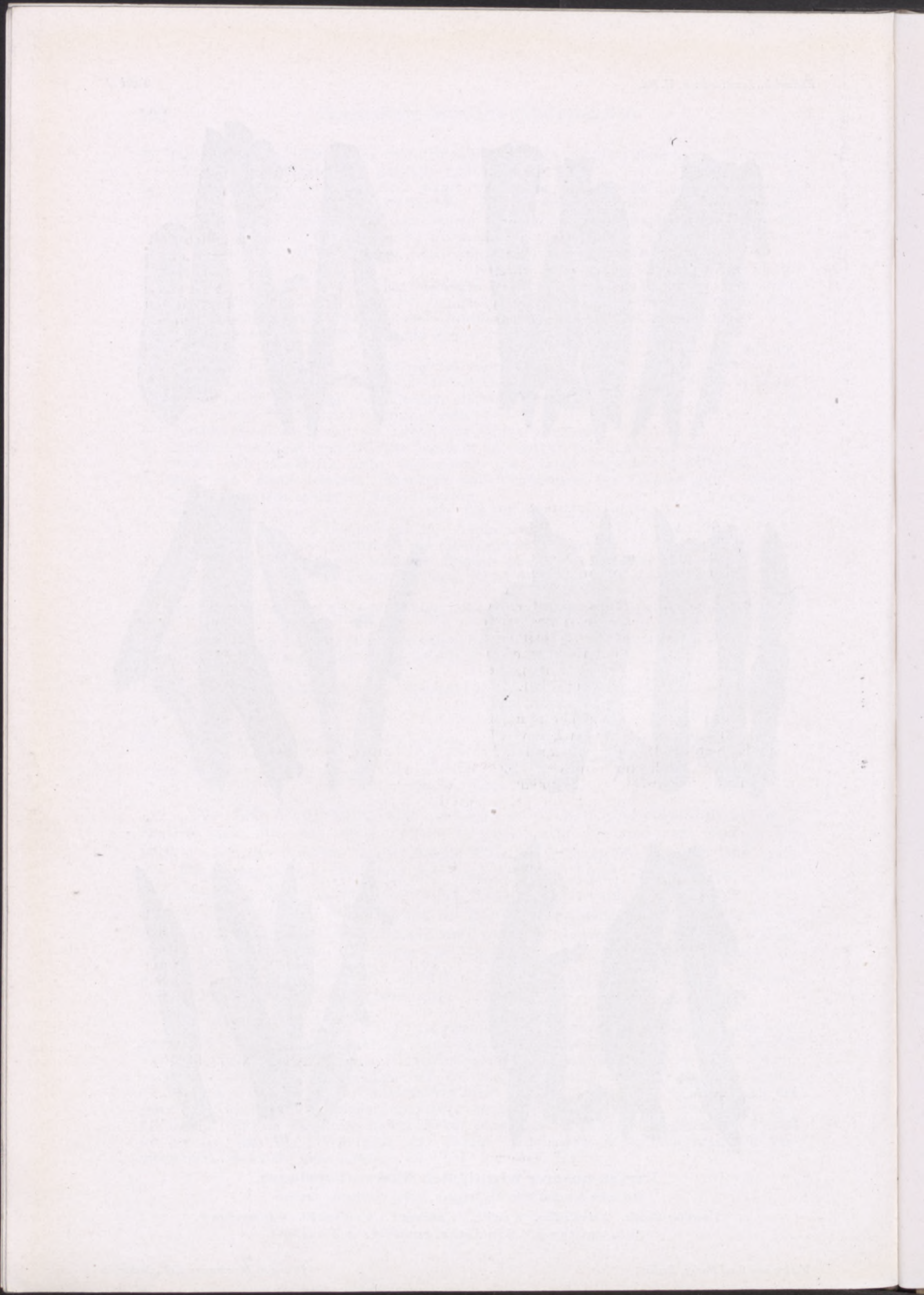
Larven unserer wichtigsten Kiefern-Diprionen

Bei jeder Art sind links die jüngsten, rechts die ältesten Stadien

1 sertifer Geoffr. 2 simile Htg. 3 pini L. 4 pallipes F. 5 socium Kl. 6 frutetorum F.

Nach Angaben von F. Scheidter, gezeichnet von Zirngiebl

Verlag von Paul Parey, Berlin *Druck F. Bruckmann KG., München*



I. Auf Fichten fressende Arten:

A. Kopf hellrötlich-braun mit zahlreichen unregelmäßigen dunklen Makeln und Flecken, Rücken des Körpers braun, durch drei hellgraubraune, weiß eingefaßte Längsstreifen in 4 Längsfelder zerlegt, deren welliger Saum schwarzbraun ist. Hiervon ist der untere Saum des unteren braunen Längsfeldes am breitesten und hebt sich scharf gegen die weißlich-grauen Seiten ab. Füße und Bauch hellgrünlich-grau, über jedem Bauchbein zwei schmale, braune Streifen. Stets einzeln fressend, im allgemeinen selten, aber weit verbreitet . . . . D. abieticola D. T.

B. Kopf oben und seitlich braun, Gesicht oben schwarz, unten gelb. Rücken des Körpers apfelgrün, unten dunkler, gesäumt, mit drei milchweißen Längsstreifen. Seiten, Füße und Bauch dunkelfleischrot. Häufiger als die vorige Art, einzeln fressend . . . . D. polytomum Htg. (= *hercyniae* Htg.)

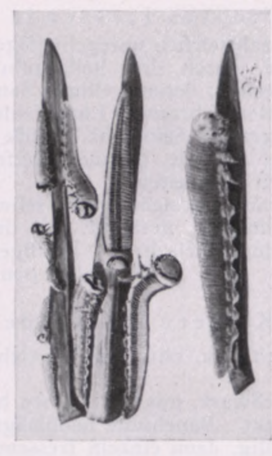
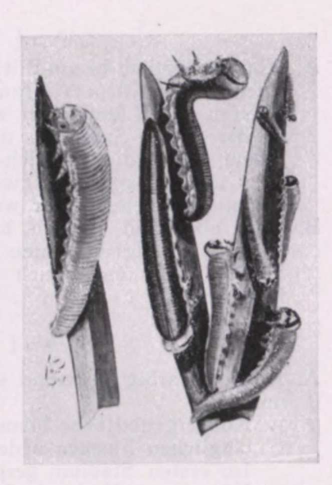
II. Auf Kiefern fressende Arten:

A. Kopf einfarbig glänzend schwarz, ohne irgendwelche helleren Flecken und Zeichnungen.

1. Körpergrundfarbe blauschwarz, mit zahlreichen hell- und tiefgelben runden und länglichen Flecken bedeckt. Bauchseite hellblaßgrün (Taf. II, 2). Nicht selten. Im ersten Stadium gesellig, dann einzeln fressend . . . . D. simile Htg.
2. Körpergrundfarbe dunkelgraugrün, mitunter fast schwarz, mit hellen, weißlichen Längsstreifen auf Rücken und Seite.
   a) Längs der Rückenmitte zieht eine feine, helle Linie, an der Grenze von Rücken und Seite verläuft ein schmaler, heller Streifen und über den Stigmen ein breiter, weißer Streifen. Bauchseite hellgrün (Taf. II, 4). Örtlich häufig, gesellig fressend, jedoch meist nur 1 Raupe an einer Nadel, nie mehrere Raupen an der gleichen Nadel.
   D. pallipes Fall (= *dorsatum* aut., nec F.)
   b) In der Rückenmitte zieht ein breiterer weißer Streifen, der gegen die letzteren Segmente zu dünner wird und nicht auf die Afterklappe übergreift; über den Stigmen verläuft ein dunkler, fast schwarzer, etwa 1/4 mm breiter Streifen, der unterhalb von einem fast rein weißen Streifen und oberhalb von einem mehr schmutzig weißen Streifen eingefaßt ist. Bauch hellgrün, Raupe stark bedornt (Taf. II, 1). Allgemein verbreitet, gesellig fressend.
   D. sertifer Geoffr. (= *rufum* Latr.)

B. Kopf ganz hell- oder dunkelbraun, häufig mit dunkleren, unregelmäßigen Flecken und Makeln, jedoch ohne irgendwelche hellere, regelmäßige Zeichnungen.

1. Körpergrundfarbe dunkelgrün oder schwarz mit weißen Linien und Flecken. Kopf dunkelbraun, auf der Vorderseite schwarz. Auf der Rückenmitte zieht eine feine, auf jedem Segment etwas verbreiterte weiße, hier und da, namentlich auf der hinteren Körperhälfte unterbrochene Linie, daneben, an der Grenze von Rücken und Seite ein weißer, aus einzelnen, nicht zusammenhängenden Flecken bestehender Streifen. Auf der Seite sitzen auf jedem Segment, mit Ausnahme der ersten und letzten Segmente, in Stigmenhöhe weiße, rundliche Flecken, die an der meist schwarzen Raupe als leuchtend helle Punkte sehr ins Auge fallen. Über den Bauchbeinen sitzen kleinere, helle Flecken. Bauchseite hellgrün. Bedornung sehr stark (Taf. II, 5). Gesellig fressend. Gerne auf Latschen . . . . D. socium Kl.
2. Rückenseite der Raupe mehr oder weniger einfarbig dunkelschwarzgrün, ohne irgendwelche helle Linien und Streifen, höchstens mit noch dunkleren schwarzen Punkten an der Grenze des dunklen Rückensattels und der helleren Seite. Bauchseite blaßgelblichgrün, über den Bauchbeinen schwarze Semikolonflecke, die aber auch fehlen können. In Familien fressend. Diese Farbenvarietät kommt oft in ganzen Familien vor, doch finden sich auch unter den normal gefärbten nur einzelne schwarze Raupen. Schwarze Varietät von D. pini L.
3. Körpergrundfarbe blaßgelblich oder gelblich-grün.
   a) Raupe ohne helle oder dunkle zusammenhängende Streifen. Mitunter zieht auf der Rückenmitte ein aus nicht zusammenhängenden Flecken bestehendes, gegen das Körperende schwächer werdendes schwarzes Band; auch an der Seite treten auf jedem Segment rundliche schwarze Flecken auf, und über jedem Bauchbein sitzt ein schwarzer Semikolonfleck. Diese letzteren und auch die übrigen schwarzen Auszeichnungen können auch fehlen. Die Körpergrundfarbe ist blaßgelblich-grün (Taf. II, 3). Gesellig in großen Familien lebend, häufig. Normale Färbung von . . . . . D. pini L.

a b c

Abb. 96. Larven in den verschiedenen Stadien von a *Dipr. virens* Kl., b *Dipr. laricis* Jur., c *Dipr. variegatum* Htg. Nach Scheidter-Zirngiebl

b) Raupe mit dunkleren und helleren Streifen, die allerdings gegen Ende des Stadiums fast wieder ganz verschwinden und nur mehr schwer zu erkennen sind. In der Mitte des Rückens zieht ein etwas dunklerer, auf den ersten Segmenten geteilter schmaler Streifen, der zu beiden Seiten von einem etwas helleren, aber nur halb so breiten Streifen eingefaßt ist. Auf der Seite ist wieder ein breiterer, dunklerer Streifen, der bis zu den Stigmen reicht. Unterhalb der Stigmen und auf der Bauchseite ist die Raupe hellgelblichgrün, nur die Wülste über den Bauchbeinen haben dunkle Flecken. Die über jedem Bein sitzenden Semikolonflecken sind dunkelgrün (bei *D. pini* schwarz). Die ganze Raupe ist stark mit kräftigen Dornen besetzt, die besonders dicht auf der Afterklappe stehen. Gesellig lebend, mäßig häufig.

D. pallidum Kl.

C. Kopf tief dunkelbraun bzw. fast schwarz, leicht bereift. Vorderrand hell bis hellbräunlich, ebenso die Oberlippe. In der Mitte der Stirn ist ein heller, dreieckiger Fleck, dessen basale Seite einen Zacken nach abwärts sendet.

Körpergrundfarbe der Raupe grün. Deutliche Streifung vorhanden, die aber gegen Ende des Stadiums mehr verschwindet. In der Rückenmitte verläuft ein dunklerer, graugrüner Streifen von $^1/_2$ mm Breite, der auf den ersten drei Segmenten geteilt ist. Daneben läuft ein heller, grüngelblicher Streifen. Die Seite ist dunkel, bis zu den Beinwülsten die Bauchseite heller. Die Stigmen sind hellgelb eingerahmt, oberhalb diesen hellen Stigmenflecken sitzt auf den Stigmen 3—10 ein tiefschwarzer Fleck. Auf dem ganzen Rücken sitzen dunklere Flecken von verschiedener Größe, in deren Mitte sich ein schwarzer Dorn erhebt. Namentlich die Afterklappe ist dicht mit Dornen besetzt. Einzeln lebend.

D. nemoralis Ensl.

D. Kopf grün oder hellbraun mit regelmäßigen schwarzen Zeichnungen.

1. Inmitten der Stirn befindet sich ein schwarzes Dreieck, das ein hellbraunes Dreieck umschließt. Die Farbe des Kopfes ist sehr hellbraun bis schmutziggelb. Bei manchen Raupen läuft von der oberen Spitze des schwarzen Stirndreiecks eine feine schwarze Linie bis zum Hinterrand des Kopfes oder es ist auch außer dieser Linie der ganze Hinterrand von einer feinen schwarzen Linie eingefaßt. In der Rückenmitte zieht eine dünne, helle Linie, die zu beiden Seiten von einem dunkelgrünen, schmalen Streifen eingefaßt ist. Auf diesen Streifen folgt an der Grenze von Rücken und Seite ein schmaler, blaßgrüner Streifen, um weniges breiter als der dunkle Rückenstreifen; an der Seite der Raupe zieht ein breiter, dunkelgrüner und unter diesem bis zu den Beinwülsten ein fast ebenso breiter, hellgrüner Streifen. Die Bauchseite ist

hellgrün, nur die Wülste über den Beinen sind dunkelgrün. Dornen spärlich und klein (Taf. II, 6). Einzeln lebend . . . . . D. frutetorum F.

2. Kopf grün mit einer unterhalb der Augen an der Basis der Mandibeln beginnenden, durch die Augen gegen die Scheitelnaht verlaufenden, leicht gebogenen schwarzen Linie, die, von vorne gesehen, einen Spitzbogen darstellt.

a) In der Rückenmitte verläuft eine ungeteilte bzw. nur auf dem ersten Segment geteilte dunkelgrüne Linie. Außer dieser feinen Rückenmittellinie zieht ein breites, dunkelgrünes Band auf der Seite über den Stigmen bis zur halben Höhe der Seite. Zwischen beiden ist die Farbe hellgrün, ebenso die ganze Bauchseite und die Partie unterhalb der Stigmen. Über den Beinwülsten erscheint bald nach der Häutung zum letzten fressenden Stadium eine weißliche Bereifung als feiner, dünner Streifen. In der Regel berühren sich die Spitzen des auf der Stirne sitzenden Spitzbogens nicht, bei *virens* und *laricis* immer (Abb. 96 c).
D. variegatum Htg. (= *thomsoni* Knw.)

b) Der dunkelgrüne Rückenstreifen ist breiter als bei der vorigen Art und der ganzen Länge nach vom Kopf bis zur Afterklappe durch eine feine, hellgrüne Linie deutlich geteilt. Auf den Stigmen zieht bis zu halber Höhe der Seite ein breites, dunkelgrünes Band, über diesem, bis zur Rückenmittellinie, ein breites, hellgrünes Band. Unterhalb der Stigmen und auf der Bauchseite ist die Raupe hellgrün. Über den Beinwülsten erscheint 1—2 Tage nach der Häutung zum letzten fressenden Stadium eine feine, weiße Linie, die aber nicht so breit ist wie bei *virens*. Sie reicht auch nicht bis zu den Stigmen, sondern läßt dazwischen einen feinen Streifen hellgrün. Die Bögen des Spitzbogens auf der Stirn berühren sich in der Mitte und laufen mehr stumpf aus (bei *virens* spitz). Bereifung äußerst schwach (Abb. 96 b) . . . . . . D. laricis Jur.

c) Der dunkelgrüne Rückenstreifen ist durch einen breiteren, hellgrünen Streifen, der in der Mitte von dem durchscheinenden Rückengefäß durchzogen ist, geteilt. An der Seite zieht oberhalb der Stigmen bis zu halber Höhe der Seite ein breites, dunkelgrünes und über diesem ein breites hellgrünes Band. Wülste über den Bauchbeinen dunkelgrün. Bauchseite hellgrün. Über den Bauchbeinwülsten entsteht einige Tage nach der Häutung zum letzten fressenden Stadium ein weißer Streifen, der etwas breiter als bei *laricis* ist und einen feinen Streifen unterhalb des dunkelgrünen Seitenbandes frei läßt. Gleichzeitig tritt auf der ganzen Raupe eine ziemlich starke, weiße Bereifung auf. Die Spitzen des Spitzbogens auf der Stirn verlaufen spitz aus und berühren sich in der Mitte (Abb. 96 a) . . . . D. virens Kl.

Übersicht über die Formen der Eiablage bei den verschiedenen Diprion-Arten

Bezüglich der Eiablage stimmen alle *Diprion*-Arten darin überein, daß sie ihre Eier mehr oder weniger tief in Eitaschen versenken, die mittels der Legesäge hergestellt sind. Unterschiede beziehen sich einmal darauf, ob die Eier in Anzahl reihenweise nebeneinander an einer Nadel, oder ob sie einzeln abgelegt werden. Im ersteren Fall handelt es sich um (wenigstens anfänglich) gesellig fressende Arten, im letzteren Fall um solitär fressende Arten. Bei den Eireihen ist zu unterscheiden zwischen solchen mit oder ohne einem Schaumdach, ferner zwischen solchen mit oder ohne Zwischenräume zwischen den Eiern usw. Bei den einzeln abgelegten Eiern kommt es darauf an, wo für gewöhnlich der Sitz der Eitasche ist, ob mehr der Spitze oder der Basis genähert usw. (Scheidter, Baer). So kann man schon an der Form und dem Sitz der Eiablage die betreffende *Diprion*-Art mit ziemlicher Sicherheit erkennen, wie aus der hier angeführten Scheidterschen Tabelle hervorgeht:

A. Eiablage in größerer Zahl reihenweise an einer Nadel (gesellig fressende Arten).

I. Das Eilager ist seiner ganzen Länge nach mit einem Schaumdach überdeckt (Abb. 97 a u. b).

1. Das Schaumdach ist sehr regelmäßig. Eier rein weiß D. pini L.
2. Das Schaumdach meist unregelmäßig. Eier grünspangrün, zuweilen etwas aus dem Eilager hervorschauend (Abb. 97 b). D. simile Htg.

II. Das Eilager ist nicht mit Schaum bedeckt.

1. In dem Eilager wird ein Ei unmittelbar an das andere gereiht.
   a) Eier rein weiß, klein und von normaler Form. D. pallidum Kl.
   b) Eier schmutzig weiß, grau, ziemlich lang und dünn. D. socium Kl.
2. Zwischen den Eiern bzw. Eitaschen sind Zwischenräume.
   a) Nadel an der Stelle des Eilagers auf beiden Seiten gebräunt, Zwischenräume zwischen den einzelnen Eitaschen 1—1½ mm (Abb. 97 d). D. sertifer Geoffr.
   b) Nadel an der Stelle des Eilagers nur auf der Innenseite gebräunt, Zwischenräume zwischen den einzelnen Eitaschen 2—2½ mm. D. pallipes Fall.



Abb. 97. Eiablagen verschiedener *Diprion*-Arten: a *D. pini* L. (regelmäßiges Schaumdach), b *D. simile* Htg. (unregelmäßiges Schaumdach), c *D. pallidum* Kl. (ohne Schaumdach, die Eier berühren sich), d *D. sertifer* (die Eier sind durch Zwischenräume getrennt). Nach Scheidter

B. Eiablage einzeln an je einer Nadel (einzeln fressende Arten) [1].

An Fichte

Eilager mehr in halber Länge der Nadel; Ei saftgrün . D. polytomum Htg.
Eilager im vorderen Drittel der Nadel . . . . D. abieticola D. T.

An Kiefer

Eilager 1—2 mm unterhalb der Spitze; Ei weiß . . . D. nemoralis Ensl.
Eilager 2—3 mm unterhalb der Spitze der Nadel; Ei grün . . D. virens Klg.
Eilager im vorderen (oberen) Drittel der Nadel, jedoch nie nahe der Spitze; Ei grün. D. laricis Jur.
Eilager an der Basis der Nadel (s. Abb. 51); der Eitaschenspalt über der Nadelscheide gelegen; Ei weiß . . . . D. frutetorum F. [2]
Eitaschenspalt geht noch etwas unter die Nadelscheide; Ei gelb. D. variegatum Htg.

---

[1]) Auch die in diese Gruppe gehörenden *Diprion*-Arten legen bisweilen mehrere Eier in eine Nadel, doch sind in diesen Fällen die Eier in unregelmäßigen Abständen und nicht in regelmäßigen Reihen (wie bei den „geselligen Arten") abgelegt.

[2]) Nach Baer (1916) fertigt *D. laricis* „seine Eitaschen meist am Grunde der Nadeln an, und zwar an den einander gegenüberliegenden Stellen eines jungen Nadelpaares". Vielleicht liegt hier eine Verwechslung mit *frutetorum* vor.

Bionomie und Ökologie der einzelnen forstlich wichtigeren Diprion-Arten

Im folgenden werden die wichtigeren *Diprion*-Arten nach ihren biologisch-ökologischen Besonderheiten und vor allem auch nach ihrer forstlichen Bedeutung (Gradationen, Schäden) kurz besprochen werden.

I. An Kiefer

A. Gesellig fressende Arten

Diprion pini L. (Taf. I Abb. 1)

Gemeine Buschhornblattwespe

D. pini ist die häufigste und schädlichste unserer Buschhornblattwespen, die oft in riesigen Gradationen auftritt. Sie folgt ihrer Hauptfraßpflanze, der gemeinen Kiefer durch ihr ganzes Verbreitungsgebiet. Wir finden sie von Schweden durch die Ostseeprovinzen und große Teile Rußlands wie durch ganz Deutschland und Frankreich, und auch in Italien, Spanien und Algier; vertical geht sie bis 1300 m.

Von den Wespen ist das ♂ tiefschwarz; das ♀ blaßgelb, der Kopf mit Ausnahme des Clypeus und einige Flecken auf Mittel- und Hinterbrust und dem Rücken schwarz. Die Färbung ist übrigens sehr variabel. Länge 7—8 mm.

Die Larven sind in Färbung und Zeichnung ebenfalls stark veränderlich. Kopf braun, die Körpergrundfarbe ist blaßgelblich bis gelblichgrün; es kommen aber auch Varietäten in allen Schattierungen bis tief schwarz vor (s. oben S. 103, ferner Taf. II, 3 und Abb. 99).

Der Kokon ist braun, zäh und hart, nur schwer zerreißbar, die Wand des Sommerkokons etwas dünner als beim Herbstkokon. Die ♂ Kokons kleiner als die ♀ Kokons.

Der Kot ist von der typischen rhombischen Form.

Generation. — Die Generaton kann einfach oder doppelt sein je nach den örtlichen Verhältnissen (Klima): in wärmeren Gegenden, wie z. B. in der Rheinebene stets doppelt, in der rauhen oberbayerischen Hochebene und im Norden (wie Finnland) stets einfach (auch in besonders



a



b

Abb. 98. *D. pini* L. a Männchen, b Weibchen. Nach Scheidter

warmen Sommern). Bei der doppelten Generation fallen die Schwärmzeiten in die Monate April-Mai und dann wieder Juli-August, und dementsprechend sind die Fraßzeiten April-Mai und dann wieder August bis Oktober. Bei der einfachen Generation schwärmen die Wespen im Juni und Juli.



Abb. 99. Normaltypus der *D. pini*-Larve (2 mal). Nach Scheidter

Häufig kann man sowohl bei der doppelten wie bei der einfachen Generation zwei Perioden in jeder Schwärmzeit erkennen, die durch eine kürzere oder längere Schwärmruhe getrennt sind. Zum Teil ist diese Erscheinung darauf zurückzuführen, daß die während einer Schwärmzeit auftretenden Wespen von verschiedenen Entwicklungsreihen stammen. So können die Wespen des April-Mai-Fluges von Larven stammen, die sich im Oktober, wie auch von solchen, die sich im Juli eingesponnen haben, ja sogar von solchen, die noch 1 oder 2 Jahre vorher den Kokon gesponnen haben, ebenso können die Wespen des Juni-Juli-Fluges von Larven stammen, die sich im selben Jahr kurz vorher, wie von solchen, die sich im Juli oder Oktober des vorigen oder vorvorigen Jahres eingesponnen haben. Wenn nun auch das Auskommen der Wespen der verschiedenen Entwicklungsreihen zeitlich ungefähr in die gleichen Monate fällt, so machen sich doch kleine Unterschiede in bezug auf den Schlupftermin bemerkbar, die in den oben erwähnten getrennten Perioden während einer Schwärmzeit zum Ausdruck kommen. Über das Überliegen s. oben S. 71.

Eiablage. — In dicht geschlossenen Reihen mit Schaumdach (s. oben S. 106 und Abb. 97 a), 3—20 und mehr Eier je Nadel. Bei doppelter Generation die erste Eiablage in vorjährige, die zweite in heurige Nadeln; bei einfacher Generation in vorjährige und diesjährige Nadeln, mit Bevorzugung der letzteren. Im ganze legt das ♀ 100—150 Eier.

Larvenfraß. — Die Larven fressen gesellig, klumpenweise vom Auskommen bis zum letzten Stadium. Typisches Fraßbild: In den ersten Stadien bleibt die Mittelrippe (mit Nadelrest an der Spitze) stehen (s. Abb. 67 b), in späteren Stadien werden die Nadeln bis zur Scheide aufgefressen. Außerdem wird die Rinde des Zweiges, an dem sie fressen, plätzend benagt. Auch junge, grüne, noch unverholzte Kiefernzapfen gehen sie an und nicht selten fressen sie auch die noch weichen heurigen Maitriebe (Scheidter). Die Zahl der Häutungen beträgt 5—6.

Fraßpflanzen. — Die Hauptfraßpflanze ist die gemeine Kiefer *(Pinus silvestris)*. Doch geht *pini* auch an andere Arten. So wurde bei dem großen Fraß in Schwetzingen (1927) in den Kulturen die „Bankskiefer offensichtlich bevorzugt und besonders stark an ihr die Rinde der jungen Zweige benagt (man konnte ganz weißgeschälte Zweige antreffen)". Außerdem konnte bei dieser Gradation auch noch an Schwarzkiefer und Strobe *pini*-Fraß festgestellt werden; ja, in der Not gingen die Larven auch an Fichte, Tanne und Douglasie, und sogar an die Blätter von Laubhölzern (Eiche), an Bodengras und Heidekraut. Nach Altum (1898) hat die *pini*-Larve auch auf eingesprengten Pechkiefern, *Pinus rigida*, gefressen. Bei Zuchtversuchen nehmen die Larven ohne weiteres alle dargereichten Kiefernarten wahllos an (Scheidter).

Bezüglich des Alters der Bestände scheinen keine bestimmten Regeln zu gelten. Bevorzugt werden, wie schon Ratzeburg berichtet, kränkelnde, auf schlechtem Boden stehende lückige Bestände. Man sieht den Fraß oft zuerst auf den sogenannten Kusseln, welche auf sandigen Hügeln der Sonne recht ausgesetzt sind, oder an sonnenseitigen Bestandsrändern. Auch die exponierten Kronen von Überhältern werden gerne angenommen, was Ratzeburg mit der Neigung der Wespen, bei ruhigem Wetter möglichst hoch zu schwärmen, in Zusammenhang bringt. Von diesen bevorzugten Stellen aus befällt sie bei überhandnehmender Vermehrung „die benachbarten geschlossenen Bestände, zunächst die Mittagsseiten und die geschützten und sonnigen Seiten der Wege und Gestelle, sowie die Ränder älterer und jüngerer Bestände". Fast alle späteren Beobachter bestätigen diese Angaben Ratzeburgs in weitgehendem Maße.

Bei starken Massenvermehrungen wird allerdings kein Unterschied mehr gemacht zwischen schlecht und frohwüchsigen Beständen, wie auch alle Altersklassen vom jüngsten Unterwuchs bis zu 200jährigen Bäumen befressen werden. Bei der letzten badischen Kalamität waren „alle Altersklassen befallen, berichtet Rettich; am stärksten reine Stangenhölzer, Überhälter und sonnige Bestandsränder, am wenigsten junge Kulturen. Auch in gemischten Beständen, bei Laubholzbeimischung oder Laubholzunterstand waren die Kiefern in gleicher Weise heimgesucht wie in reinen Beständen".

Einspinnen, Verpuppen und Schlüpfen. — Die Kokons der ersten Generation werden in der Regel zwischen Nadeln, an den Zweigen in Rindenritzen, bei Massenvermehrungen auch an „Gras, Beerkraut und anderem Unterwuchs" angesponnen. Die Kokons der zweiten Generation in der Bodendecke oder auch in tiefen Rindenritzen an der Stammbasis. Oft liegen zahlreiche Kokons zu ganzen Klumpen versponnen im Boden.

Die Eonympha- und Pronymphazeit ist verschieden lang je nach den jeweiligen Generationsverhältnissen; die Puppenruhe währt nur kurz (2 bis 3 Wochen). Das Schlüpfen geschieht durch Abschneiden eines gerade verlaufenden kreisrungen Deckels.

Gradationen und ihre wirtschaftlichen Folgen. — *Pini*-Gradationen haben im ganzen Verbreitungsgebiet der Art von Zeit zu Zeit bald da bald dort in kleineren oder größeren oder größten Ausmaßen stattgefunden (vgl. Ritter 1929). Dabei wurden einzelne Gebiete

besonders oft heimgesucht, so daß man für diese wohl besonders günstige Entwicklungsbedingungen für *pini* annehmen darf. Zu diesen bevorzugten Gebieten gehören u. a. die Bodenseegegend, das badische Rheintal, Brandenburg, Pommern und überhaupt die Ostseeküste (Danziger Nehrung s. oben). Die Folgen des *pini*-Fraßes entsprechen im allgemeinen nicht der Wucht der Gradationen, den ungeheuren Larvenmassen und dem erschreckenden Aussehen der befressenen Bestände. Großenteils erfolgt gewöhnlich Wiederbegrünung und das Prozent der absterbenden Bäume bleibt meist in erträglichen Grenzen.

Die ältesten sicher bekannten Verheerungen fanden in den Jahren 1781—1789 in Pommern und Brandenburg statt, desgleichen 1794 und 1795. — Die genauesten Mitteilungen haben wir dann über den Fraß, der in den Jahren 1819 und 1820 in den fränkischen Kiefernwaldungen stattfand und sich über eine größere Fläche erstreckte. In den aus Staats- und Gemeindewaldungen zusammengesetzten Revieren Reupelsdorf, Kirchschönbach und Albershofen wurden rund 500 ha, die zur größeren Hälfte aus Gemeindewald, zur kleineren aus Staatswald bestanden, befressen. Hiervon starben im ganzen rund 85 ha infolge Kahlfraßes völlig ab. Der Schaden, welcher hier durch Qualitäts- und Quantitätsverlust, Preisrückgang, Wiederanbau- und Vertilgungskosten entstand, wird rund auf 9000 bis bis 10 000 RM berechnet. Die schlecht bewirtschafteten Gemeindewaldungen litten bedeutend mehr als die Staatswaldung. In einzelnen Gemeindewaldungen erreichte die Vermehrung eine geradezu unglaubliche Höhe; die Raupen fraßen noch bis in den November hinein, erzeugen Kahlfraß, fielen haufenweise zu Boden, wo sie kopfgroße Haufen bildeten und zu den noch nicht entnadelten Bäumen wanderten, deren Stämme sie nun so stark bedeckten, daß man keine Rinde mehr sah. Aus einem anderen Bestande wanderten die nahrungslosen Raupen in der Richtung nach ziemlich weit entfernten, gesunden Kiefernbeständen, die sie aber nicht erreichten, weil dazwischen ein kleiner Bach lag, in welchen die Raupen hineinfielen und ertranken. „Der Bach schien in den wenigen Tagen, wo die Wanderungen am stärksten waren, lebendig zu sein; eine lange Strecke sah man ihn mit Afterraupen besät" (D. G. Müller 1824). — Ein weiteres sehr starkes Fraßjahr war 1834, in welchem nach Hartig diese Tiere in fast allen Preußischen Forsten rechtsseitig der Elbe stark fraßen, und er selbst die Verheerungen in dem Revier Pütt bei Stettin kennenlernte. Die Jahre 1840—1843 brachten nach Ratzeburg (F. III. S. 96) wieder starken Fraß in den Revieren der Ostseeküsten, der Uckermark und der Altmark, namentlich bei Ruppin. — 1856 fand ein starker Fraß in dem Königreich und der Provinz Sachsen zwischen Riesa und Jüterbog statt. Bei dem Herbstfraß im königlich-sächsischen Staatsforstrevier Gohrisch wurden hierbei „in einer Ausdehnung von 800—1100 ha die Bestände aller Altersklassen im ganzen östlichen Teil des Reviers überzogen, so daß der größte Teil derselben im Oktober fast ganz entnadelt war" (v. Berg). Trotzdem starben nur wenig Stämme ab. — Das Jahr 1857 war für Süddeutschland verhängnisvoll. So erschien in diesem Jahr das Tier plötzlich Ende August auf 1900 ha Staats- und Gemeindewaldungen des württembergischen Reviers Tettnang, wobei sich im Laufe der folgenden Jahre die jüngeren, bis 70jährigen Bestände erholten, die älteren zu 1/3 abstarben. (Monatsschr. f. d. Forst- u. Jagdw. 1857, 462—466 und Pfeils Krit. Blätter *43*, 1861, 283—288.) — Gleichzeitig fand ein ähnlicher Fraß im Badischen auf der zwischen Überlinger- und Untersee genannten Ausläufern des Bodensees gelegenen Landzunge statt, wobei ungefähr 500—600 ha befallen wurden. 3 % der Stämme gingen hierbei ein, 2 % kränkelten, 95 % erholten sich vollständig. — Eine Gradation von ganz gewaltigen Ausmaßen hat in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts in den nordöstlichen bzw. östlichen Regierungsbezirken Preußens stattgefunden (Königsberg, Frische Nehrung, Kurische Nehrung, Gumbinnen, Danzig, Marienwerder, Stettin, Potsdam, Posen und Bromberg). Nach Altum (1898), der eine eingehende Schilderung dieser ungeheuren Massenvermehrung gibt, waren im ganzen rund 40 000 ha befallen, während in den westlich gelegenen Kieferngebieten der Befall in dieser Zeit im allgemeinen nur unbedeutend war. Ein einheitlicher gleichmäßiger Verlauf dieser Riesengradation in allen von ihr ergriffenen Gebieten war bei den verschiedenen Boden- und Bestandsverhältnissen der ein-

zelnen Reviere von vornherein nicht zu erwarten. So trat denn auch schon auf verhältnismäßig kleinen Flächen, etwa in verschiedenen Revieren ein und desselben Regierungsbezirkes die Wespe recht verschieden auf — wenigstens nach den Angaben der damaligen Revierbeamten, die den Anfang der Vermehrung teils in das Jahr 1889, teils in das Jahr 1890 oder 1892 oder sogar erst 1896 verlegten. Als Prodromalzeit dürfen wohl die Jahre 1892—1894 gelten, von da ab bis 1896 die Eruption, die in diesem und im nächsten Jahr zusammengebrochen ist. Die Unsicherheit in den Angaben beruht zweifellos zum Teil mit auf den eigentümlichen Generationsverhältnissen (Überliegen), bei denen es nicht selten vorkommt, daß auf eine stärkere Vermehrung im folgenden Jahr eine geringere Zahl von Wespen bzw. Larven erscheint. Die Folgen dieser Riesengradation waren verhältnismäßig gering; in den meisten Orten gingen nur wenige Prozente der Stämme ein, nur auf sehr geringen Böden war das Absterbeprozent höher. Auch da, wo völliger Kahlfraß stattgefunden hat und der Wald wie versengt aussah, gabs gewöhnlich nur Einzeltrocknis.

Stärkere Gradationen haben des öfteren im badischen Rheintal, insbesondere im unteren zwischen Mannheim und Rastatt stattgefunden. Nach früheren Fraßerscheinungen (in den 50er und 70er Jahren) trat eine erhebliche Kalamität 1903—1905 auf, wobei etwa 3000 ha Bestände aller Altersklassen teils kahl gefressen, teils stark gelichtet und geschwächt wurden. Ein Herbstfraß in den gleichen Beständen im Jahre 1908 hat dann zum Absterben und Abtrieb zahlreicher Stämme und Stammgruppen geführt, und auch noch in den nächsten Jahren ergab sich ein großer Anfall von Dürrhölzern und als Folge eine starke Durchlöcherung einzelner Bestände (s. oben S. 76). Im Jahre 1909 aber war die Kalamität völlig erloschen. Erst wieder 1922 trat die Wespe in der gleichen Gegend, und zwar bei Schwetzingen stärker auf, und es kam im Spätjahr ortsweise zu starkem Lichtfraß. 1923 blieb die gefürchtete Vermehrung ganz aus (Überliegen der Larve), immerhin ist *pini* seitdem alljährlich da und dort in geringerem Umfang beobachtet worden, besonders im Frühjahr 1927, wo die Wespe bzw. die Larve wieder in einigen Kulturbeständen in auffallenderer Menge in Erscheinung trat, so daß das Vernichten von Larven und Kokons angeordnet wurde. Da trat plötzlich im Herbst dieses Jahres eine ungeheure Massenvermehrung in der Nähe von Schwetzingen ein, über ein großes Gebiet nördlich bis Weinheim und südlich bis Rastatt sich erstreckend. Wie Rettich (1928 u. 1929) berichtet, trat der Fraß in allen Altersklassen auf, am geringsten in den Kulturen; in den Hauptfraßherden wurden die Stangen- und Althölzer licht, ortsweise auch kahl gefressen (Abb. 101). Von den ungeheuren Larvenmassen gibt die Abb. 102 einen Begriff. „Die Larven hingen in den Kronen in vielen Klumpen bis zu 100 Stück, sie stiegen in Unmengen an den Stämmen auf und ab, der Boden war an einzelnen Tagen (bei kühlem Wetter und nach starkem Regen) dicht von ihnen überzogen.“ Besonders am Fuß der



Abb. 100. Kiefernzweig mit Blattwespenlarven



Abb. 101. Von *D. pini* L. kahlgefressenes Stangenholz. Nach Rettich

Stämme häuften sie sich an, wo man sie „in breiter Zone mehrere Zentimeter hoch aufeinander liegen sah; auch in den Gleisen der Waldwege konnte man eine dicke Schlange Larven sich dahinwälzen sehen, ein ekelhafter Anblick“. An einem kleinen, etwa 7 m hohen Kiefernstämmchen wurden in der Krone etwa 6500, am Stamm etwa 4000 Larven gezählt. Von Mitte September ab trat Hungersnot (wohl verbunden mit Bakteriosen) unter den Larven ein, so daß am Fuß der Stämme Hunderttausende von Leichen lagen, von deren Verwesungsgeruch die ganzen Wälder erfüllt waren. Im Jahr 1928 war in den meisten Gebieten der Rheinebene der Fraß so gut wie erloschen. Dagegen trat in den Waldungen der Vorberge (Heidelberg) im Herbst dieses Jahres nochmals ein starker Fraß ein, der aber den Schluß dieser letzten großen badischen *Diprion*-Gradation bedeutete. Die Beendigung wurde teils durch Giftbestäubung herbeigeführt, teils erfolgte ein natürlicher Zusammenbruch durch Hunger, Bakteriosen und tierische Feinde aller Art, wie vor allem Vögel und Parasiten (beim Heidelberger Fraß konnte das Münchener Institut eine fast 100prozent. Eiparasitierung feststellen).

Über die wirtschaftlichen Folgen dieses badischen Fraßes schreibt Rettich: „In den im Jahre 1927 kahlgefressenen Beständen ist im allgemeinen wieder eine Begrünung erfolgt, nur unterdrücktes Material blieb tot oder wurde bald dürr. Ortsweise kam ein ziemlich starkes Auftreten des „Waldgärtners“ hinzu, der das geschwächte Bestandsmaterial offenbar noch mehr bevorzugte als die zahlreichen Fanghölzer. Alles in allem genommen ist aber der Ausfall erträglich geblieben, und es besteht nunmehr die Aussicht, daß die Bestände den Aderlaß bald wieder überwunden haben.“

Über eine Gradation um die Jahre 1927—1929 in Sachsen berichtete v. Vietinghoff (1931). Dieselbe erstreckte sich im ganzen über rund 865 ha und ist in der Hauptsache überraschend 1928 zusammengebrochen, so daß die vorgesehene Bestäubung im August abgeblasen werden konnte. Doch traten nachträglich wieder einige Befallsherde auf, die vorher frei waren und wo teilweise Kahlfraß erfolgte. Erst im August 1929 war die Kalamität vollkommen erloschen (Parasiten und Krankheiten).

Die nächste größere *pini*-Gradation fand 1935—1937 im Bereich des Danziger Forstamts Steegen und des östlich anschließenden preußischen Reviers Kahlberg statt. Das Befallsgebiet, das schon wiederholt von *pini* heimgesucht wurde, umfaßte einen verhältnismäßig schmalen bewaldeten Streifen längs der Ostseeküste einerseits und einen Teil der Frischen Nehrung andererseits; der ganze Streifen wird häufig als

die „Danziger Nehrung“ bezeichnet. Trotz der geringen Breite dieses Waldstreifens sind standörtlich zwei sehr streng verschiedene Bestandstypen zu unterscheiden, die ehemalige Wanderdüne, die rund 25 m hoch ist und die südlich davon gelegene sogenannte Niederung. Die künstlich aufgeforsteten Dünenbestände zeigen durchwegs geringe bis geringste Wuchsleistungen, die Niederungsbestände dagegen gedeihen verhältnismäßig gut. Eine eingehende Untersuchung dieser Kalamität wurde von Schedl (1938 u. 1939) angestellt. Die grundsätzliche und scharf begrenzte Verschiedenheit der Bestandstypen innerhalb des Befallsgebietes ermöglicht aufschlußreiche Einblicke in die Ökologie und ursächlichen Zusammenhänge bezüglich der Entstehung und der Krisis der *pini*-Gradationen.

Zu gleicher Zeit wird über ein bedrohliches Auftreten von *D. pini* im Forstamt Trappen (Trappönen) in Ostpreußen berichtet (Bitter und Niklas 1939). Die Massenvermehrung entstand auf verhältnismäßig begrenztem Raum. 1935 war noch kein Fraß zu bemerken; erst bei den Frühjahrsraupen 1936 trat er in Erscheinung, obwohl nur wenig Kokons im Boden zum Schlüpfen kamen. Im Juli 1936 lagen dagegen stellenweise sehr große Kokonmengen vor, die erheblichen Fraß befürchten ließen. Doch trat infolge hoher Eisterblichkeit und infolge Abwanderns zahlreicher Larven in andere Fraßplätze nur eine geringe Zunahme der Entnadelung ein. So konnte die auf Grund der Kokonzahlen auf 170 ha geschätzte Bestäubungsfläche auf 43 ha herabgesetzt werden. Die Winterkokons 1936/37 wiesen durchwegs eine sehr hohe Sterblichkeit von 63 % auf (Schmarotzer 21 %). Demzufolge war im Frühsommer 1937 weder Schwärmen noch Fraßzunahme zu bemerken und die 1936 durchlichteten Kiefern wiesen durchweg eine sehr gute Erholung auf.

Die im Ausland erfolgten *pini*-Gradationen sollen hier nur kurz erwähnt werden. Über einen großen Fraß in Rußland im Gouvernement Kiew in den Jahren 1838—1848 berichtet Köppen in seinem Werk über die schädlichen Insekten Rußlands (1880); es wurden rund 15 600 ha befallen. Aus neuerer Zeit finden sich Angaben über das Auftreten von *pini* in Rußland bei Rudnew. Über die holländischen Gradationen berichten de Fluiter und Fransen; über die schwedischen (hauptsächlich in Südschweden) Trägårdh (einjährige Generation; die Niederschlagsmengen scheinen keinen Einfluß auf die Vermehrungshöhe zu haben, schon aus dem Grunde, da Gradationen sowohl im östlichen als im westlichen Schweden vorkommen, die in bezug auf die Niederschlagsmengen sehr verschieden sind). Bezüglich der finnischen *pini*-Gradationen (1920 u. 1929/30) sei auf die Arbeiten von Kangas (1931), von Hertz (1933) hingewiesen (einjährige Generation, trotz der hohen Wärmegrade im Sommer 1930; die Wespe befällt viel weniger Kiefernbestände auf frischen produktiven Waldböden als solche trockener Heiden; in Finnland richtet sie selten größeren Schaden an, da auch die kahlgefressenen Bäume sich fast regelmäßig wieder erholen [Herbstfraß]). Über das Auftreten in Posen berichtet Sitowski u. a.

Die Bekämpfung ist am besten mit Giftbestäubungen durchzuführen. Bei der letzten badischen Kalamität wurde nach Rettich mit Forstesturmit (arsenhaltiges Magengift), und bei der letzten ostpreußischen Gradation in Trappen nach Bitter und Niklas (1939) mit Effusan (Orthodinitrokresol-Präparat) ein sehr guter Erfolg erzielt (60 kg je Hektar). Ein Versuch mit Bodenbestäubung zwecks Abtötung der in den Boden gehenden Larven wäre auch hier angezeigt (s. oben S. 45). Wo es sich um ein begrenztes Vorkommen auf niederen Kiefern handelt, können die Larven mechanisch durch Zerquetschen der Larven-Klumpen vernichtet werden. In Baden (1903 bis 1905) hat sich das Zerquetschen recht gut bewährt (1 Mann konnte je Tag 10 000—50 000 Larven vernichten). Auch mit Sammeln und Verbrennen der Larven hat man, besonders in den Dünenaufforstungen, gute Erfolge erzielt.

Nach Eckstein („Forstschutz“) wurden in der Oberförsterei Steegen (Danzig) in 6—10jährigen Schonungen gesammelt:

1905 auf 62 ha: 1412 l = 5 600 000 Larven für 176,12 Mk.
1906 auf 30 ha: 201 l = 800 000 Larven für 27,30 Mk.

Der Liter kostete also etwa 12—13 Pfg., 1 ha zu säubern etwa 1—3 Mk. Das Absammeln geschieht am besten so, daß die mit Larven besetzten Zweigenden mit einer Pflanzenschere abgeschnitten und in untergehaltene Körbe gesammelt werden.

Diprion simile Htg.

D. simile ist seltener als die vorige Art, oft bei *pini*-Gradationen in kleinerem Prozentsatz beigemischt, doch bisweilen auch selbständig zu Gradationen gelangend. Die Art ist über das ganze mittlere und nördliche Europa verbreitet.

Als Imago von *D. pini* schwer zu unterscheiden, wurde *simile* von Konow als Synonym zu dieser gezogen. Doch hat Baer die Berechtigung von *simile* als selbständige Art durch Feststellung konstanter mikroskopischer Unterschiede an der Skulptur der Sägeblätter und an der Form des Penis (Abb. 95A, m u. n) nachgewiesen.

Außerdem sind die Larven von *simile* und *pini* in ihrer Färbung so grundverschieden, daß an der Artberechtigung der beiden nicht gezweifelt werden kann (Taf. II, 2). Auch in der Bionomie der Larven bestehen Unterschiede, indem die *pini*-Larven von Anfang bis zu Ende gesellig fressen, während die *simile*-Larven nur in den ersten Stadien gesellig fressen, um sich später zu trennen und einzeln zu leben. Die Larve lebt nicht nur auf *Pinus silvestris*, sondern ebenso auf *P. cembra, montana* und besonders gern auf *P. strobus* [1]).

Die Eiablage ist ganz ähnlich wie bei *pini*, reihenweise mit Schaumdach, doch ist das letztere bei *simile* unregelmäßiger als bei *pini* (Abb. 97 b).

Die Generationsverhältnisse liegen ganz ähnlich wie bei *pini*, d. h. es kommt sowohl doppelte wie einfache Generation vor.

Hartig entdeckte die Larven zuerst Mitte Juni 1834 auf 30- bis 40jährigen Kiefernstangenhölzern bei Berlin. Sie spannen sich im Juni ein und ergaben im Juli die Wespen. Im gleichen Jahr fand er bei Stettin



Abb. 102. Ansammlung von *D. pini*-Larven am Fuß eines Stammes als Beispiel einer Massenentwicklung. Nach Rettich

[1]) Die Weymouthskiefer scheint überhaupt zu den bevorzugten Fraßpflanzen zu gehören, so daß Snellen von Vollenhoven (Holland) die Art direkt als „Weymouthskiefern-Blattwespe“ bezeichnet

(Revier Pütt) bei Besichtigung einer *pini*-Gradation zahlreiche *simile*-Larven unter den *pini*-Larven (etwa 4—5 % der gesamten Raupenmenge ausmachend). Sie befanden sich stets auf Stangen- und Althölzern, niemals auf Schonungen. Auf demselben Revier erschien das Insekt für sich allein wieder im Jahre 1867 und machte einen Herbstfraß in den geringen Stangenorten, ohne einen erheblichen Schaden anzurichten.

Weit gefährlicher war der Massenfraß, welcher im Jahre 1881 an den Krummholzkiefern auf dem Riesengebirgskamme stattfand. An demselben nahmen noch teil zu 5—10 % der Gesamtmasse die grünköpfige Larve von *D. laricis* Jur. (ferner eine *Lyda* und besonders auch *Cecidomyia brachyntera* Schwäg.). Die sonst einsam lebenden Larven saßen hier in dichten Klumpen und an einem einzigen 77 cm langen Zweig konnten 210 Kokons gezählt werden. Der erste Flug der Wespe fand Anfang Mai, der zweite Anfang August statt. Ein Rauhfrost tötete die Raupen der zweiten Generation zum großen Teil. Im Jahre 1882 erlosch daher allmählich der Fraß, der sich stellenweise über den ganzen Kamm des Riesengebirges sowohl auf preußischer als auf österreichischer Seite verbreitet hatte, vom Reifträger über die Elb- und Panschewiesen bis zur Sturmhaube und Hochwiesenberg. Überall gingen, da Vorkehrungsmittel nicht anwendbar waren, größere Knieholzflächen ein, so z. B. auf der Herrschaft Starkenbach um den Platten und Falkenstein 45 ha (Jahrb. d. Schles. Forstver. 1882, 58—59 u. Vereinsschr. des Böhm. Forstver. Heft 125, 1883, 91 ff.).

Rörig (1895) hat allerdings Zweifel geäußert, ob es sich bei dieser großen Kalamität wirklich um *D. simile* gehandelt hat, da auf dem gleichen Riesengebirgskamm an den gleichen Stellen im Jahre 1893 wieder ein Blattwespenfraß stattgefunden hat, der aber diesmal von *D. sertifer* verursacht wurde. Und so warf Rörig die Frage auf, ob es sich vielleicht beim 1881er Fraß um eine falsche Bestimmung gehandelt habe und ob auch damals *D. sertifer* (und nicht *simile*) gefressen habe. Diesem Zweifel Rörigs kann sich der ausgezeichnete Blattwespenkenner Baer (1906) nicht anschließen, wenn er auch zugibt, daß der große *simile*-Fraß am Knieholz noch nicht völlig aufgeklärt sei. Er führt gegen Rörigs Vermutung an, daß es sich nach den biologischen Angaben am wenigsten um *sertifer* gehandelt haben kann. „Der Diprion des Riesengebirgsknieholzes von 1881 schwärmte anfangs Mai und Juli und fraß Juni und August/September, wich also von der normalen doppelten Generation der meisten *Diprion* nicht ab, unter denen nur *sertifer* in dieser Hinsicht eine Ausnahme macht. Diese Art, bekanntlich die einzige Blattwespe, die im Eizustand überwintert, ist bisher fliegend nur im Herbst und fressend stets nur einmal im Jahr beobachtet worden, und zwar gewöhnlich in Mai/Juni, von Nehring im obigen Fall allerdings später im Jahr, was aber die Kürze des Sommers auf dem Riesengebirgskamm hinlänglich erklärlich macht."

Eine weitere *simile*-Gradation wurde von Judeich Anfang der 60er Jahre auf Weymouthskiefern im Schloßgarten von Hohenelbe beobachtet. Barbey (1924) berichtet über einen *simile*-Fraß an *Pinus cembra* im Kanton Waadt (Schweiz) in einer Höhe von 1253 m. Und 1936/37 fand in Polen eine schwere *simile*-Gradation statt, über die J. E. Hardy (1939) einen längeren Bericht gibt[1]).

D. simile Htg. wurde anfangs der 20er Jahre in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eingeschleppt, wo die Larven an verschiedenen fünf- und zweinadeligen Kiefern in Baumschulen und auch in freien Beständen schädlich wurden (Middleton, W., 1923).

[1]) Er studierte hauptsächlich die biotischen Widerstandsfaktoren, im Hinblick auf die Verwendbarkeit der Parasiten, Räuber und Mykosen zur biologischen Bekämpfung des *D. polytomum* in Kanada (s. unten S. 128).

Diprion sertifer Geoffr. (Taf. I, 3)

Syn. *Lophyrus rufus* Ratz.

Neben *D. pini* zählt *sertifer* zu den häufigsten bzw. forstlich wichtigsten Buschhornblattwespen. Sie gehört wie jene zu den gesellig fressenden Arten. Ihre geographische Verbreitung kommt der von *pini* nahe und erstreckt sich über die verschiedensten Klimagebiete: England, Skandinavien, Finnland, Rußland bis Japan, ganz Mitteleuropa, Spanien und Italien.

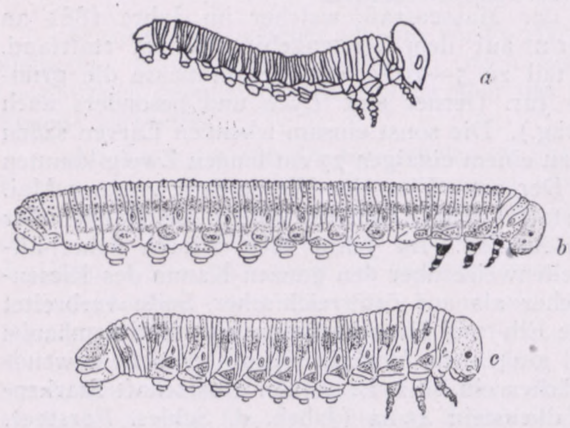


Abb. 103. Verschiedene Larvenstadien von *D. sertifer* Geoffr. a Eilarve: Kopf und Brustbeine glänzend schwarz, der übrige Körper lichtgrün (9mal); b Larve nach der vierten Häutung: Kopf und Brustbeine glänzend schwarz, Körper graugrün mit Längsstreifenzeichnung (man sieht deutlich die Bedornung) (3mal); c Einspinnstadium: Kopf grau, Körper mit dunklen Fleckenzeichnungen (3 mal). Nach Schönwiese

Sertifer stellt sowohl morphologisch (Färbung) wie bionomisch (Überwinterung als Ei) einen besonderen Typus dar.

Die Wespe (Taf. I, 3) ist durch die Färbung gut charakterisiert: ♂ ist (mit Ausnahme der rotbraunen ersten Bauchsegmente und der Beine) glänzend schwarz; ♀ mit langgestrecktem rotgelben Körper und ebensolchen Beinen, die wenigen dunklen Zeichnungen treten dagegen stark in den Hintergrund.

Die erwachsene Larve (Taf. II, 1) hat einen tiefschwarzen glänzenden Kopf. Körpergrundfarbe dunkel graugrün, mitunter fast schwarz, Bauchseite heller grün, über die Rückenmitte zieht ein breiter weißlicher und über den Stigmen ein dunkler weißlich eingefaßter Streifen. Bei dem Einspinnstadium ist der Kopf grau und der Körper zeigt Fleckenzeichnung (Abb. 103). Die Larve ist mit deutlichen Dornreihen und Warzen besetzt.

Die Eier werden in Reihen von 5—15 Stück in die Nadelkante versenkt (Abb. 104); die Reihe ist nicht geschlossen wie bei den vorigen Arten, sondern zwischen den einzelnen Eiern sind Zwischenräume von 1½—2 mm. Die Eistellen zeichnen sich durch beiderseitige gelbe Färbung der Nadel aus. In der Regel legt ein ♀ seine sämtlichen Eier an die benachbarten Nadeln des gleichen Triebes.

Bionomisch zeichnet sich *sertifer* vor allen anderen Buschhornblattwespen dadurch aus, daß in den weitaus meisten Fällen das Eistadium überwintert, während bei allen anderen Arten die Überwinterung stets als Larve im Kokon stattfindet. Es kommen zwar auch bei *sertifer* Fälle vor, daß die Kokonlarve überwintert (worauf schon Hartig hingewiesen hat), doch sind das Ausnahmen[1]). Die Eiablage geschieht im Herbst, Ende September—Oktober.

---

[1]) Shiperovich (1925b) will sogar zwei Rassen unterscheiden: eine die als Ei und eine die im Kokonstadium überwintert. Die Larven der ersteren sollen im Frühjahr, die der letzteren in der zweiten Hälfte des Sommers und im Herbst fressen. Nach Sitowski (1925) ergeben die als Kokon überwinternden Stücke (die nach ihm im Frühjahr auskommen) zumeist ♂♂.

Der L a r v e n f r a ß findet familienweise (80—100 Stück) im Mai/Juni oder Juni/Juli (je nach den klimatischen Verhältnissen) statt, und zwar in der für *Diprion* charakteristischen Weise. Befressen werden in der Regel

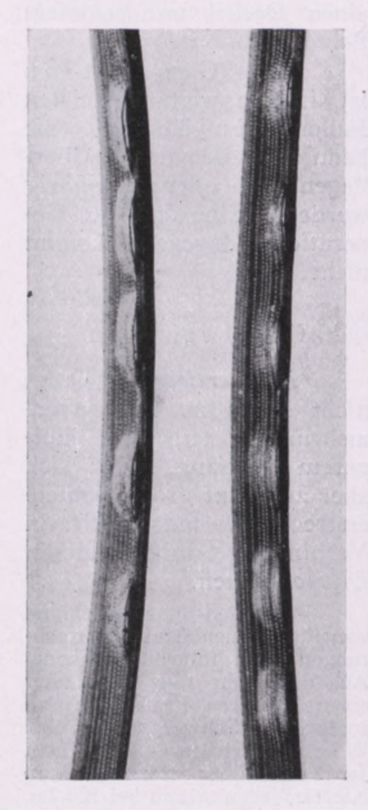


Abb. 104. Eigelege von *D. sertifer* Geoffr.; die Eier sind durch Zwischenräume getrennt. Nach Scheidter



Abb. 105. Fraß mittelalter und ausgewachsener Larven von *D. sertifer* Geoffr.; bei ersteren bleibt der Mittelstrang stehen, bei letzteren wird die ganze Nadel bis auf den Stumpf gefressen. Nach Schwerdtfeger

nur die vor- und vorvorjährigen Nadeln, nur selten bei starkem Fraß auch die diesjährigen (S c h i m i t s c h e k); außerdem wird auch die Triebrinde oft in ausgedehntem Maße plätzend benagt, was bisweilen sich schädlicher auswirkt als der Nadelfraß (S c h e i d t e r). Als F r a ß p f l a n z e werden die meisten bei uns vorkommenden Kiefern angenommen: *Pinus silvestris, montana, austriaca, banksiana, cembra* und *strobus*. Bevorzugt werden j u n g e P f l a n z e n i n K u l t u r e n (3—20jährig); seltener werden Altkiefern befressen und diese meist nur an den tief herabhängenden unteren Ästen. Bei stärkeren Gradationen werden alle Altersklassen angegangen (S c h ö n w i e s e).

Nach der 5. (♂) oder 6. (♀) Häutung spinnt sich die Larve in einem hellbraunen, weichhäutigen Kokon in der Bodendecke ein, in dem sie sich auf dem Weg über die Eo- und Pronympha 2—3 Wochen vor der Flugzeit,



Abb. 106. Eine von *D. sertifer* Goeffr. stark befressene Kiefer kurz nach dem Fraß; die Nadelstummel vom vorjährigen Trieb sind noch vorhanden. Nach Schwerdtfeger

also im September, verpuppt. Die fertige Wespe schneidet zum Schlüpfen einen Deckel mit schiefem Schnitt ab.

Die Generation ist in den weitaus meisten Fällen einjährig, sie kann bisweilen durch Überliegen zwei- oder mehrjährig werden. Eine doppelte Generation dagegen kommt nicht vor.

Gradationen

D. sertifer gelangt nicht selten zu Massenvermehrungen, teils von kleinerem Umfang, teils sich aber auch auf große Gebiete erstreckend, teils auch in Verbindung mit anderen *Diprion*-Arten.

Von den in Deutschland vorgekommenen Massenvermehrungen seien folgende genannt: Aus dem Jahr 1833 wird über einen kleineren Fraß (4 ha) an 10jährigen Schwarzkiefern bei Wien berichtet; aus dem Jahr 1860 über einen Fraß an Kiefern jeden Alters bei Köln. Im gleichen und im folgenden Jahr waren ausgedehnte Gradationen bei Aschaffenburg und im Spessart, sowie bei Heilbronn. Letztere (bei geringer Beteiligung von *pini)* erstreckte sich über 175 ha. Der Boden war sehr geringer Qualität, und es wurden 3—20jährige Kiefern mit Bevorzugung der 6—14jährigen Orte befallen. An südlichen Hängen und Rändern war der Fraß am stärksten, desgleichen in einzelnen in andere Holzarten eingesprengten Kiefernhorsten. Der Fraß begann Mitte Mai und endete Anfang Juli. Er fing gewöhnlich im Gipfel an und schritt nach unten fort. Oft wurde die Rinde platzweise angegangen und an ganz kahlgefressenen Stämmchen auch Nadeln und Rinde der Maitriebe (Monatsschr. f. d. Forst- u. Jagdwe. 1862, 462—466). 1893—1895 fand nach Rörig (1895) auf dem Riesengebirgskamm an *Pinus pumilio* ein starker Fraß statt, und zwar an den gleichen Stellen, wo 1881 *simile* gefressen hat (s. oben S. 115).

Aus neuerer Zeit wird von Schwerdtfeger (1936) aus dem Nordosten Deutschlands eine größere Gradation beschrieben, die von 1932—1935 auf den riesigen Kulturen (Forleulenflächen) im Alter von 4—8 Jahren im Forstamt Waitze (Bez. Schneidemühl) stattfand. Besonders befallen waren Kulturen auf schlechten Böden in warmer sonniger Lage, namentlich Kuppen an Ost-, Südost-, Süd- und Südwestabhängen, auf einer Gesamtfläche von rund 350 ha. Die Beendigung der Gradation erfolgte ziemlich plötzlich, wahrscheinlich durch Bakteriose. Die Witterungsverhältnisse schienen wenig Einfluß auf den Verlauf der Gradation zu

haben. Trotz der denkbar ungünstigen Witterung während der Junglarvenzeit war deren Mortalität nur sehr gering.

Da die diesjährigen Triebe verschont geblieben, waren die wirtschaftlichen Folgen nicht allzu schlimm, nur selten wurden die befallenen Kiefern zum Absterben gebracht (Abb. 106 u. 107).

Ungefähr in derselben Zeit 1931—1932, fand in Südkärnten eine größere Gradation statt, über die Schönwiese (1935 a u. b) eingehend berichtet. Das Befallsgebiet (550 m Seehöhe) lag südlich des Wörthersees. Der Befall beschränkte sich auf Bestände ebener Lage, und zwar ausschließlich auf Bauernwälder. Am stärksten waren 25—35jährige Stangenhölzer befallen, doch konnte der Schädling auch an allen anderen Altersklassen beobachtet werden. Das Gesamtfraßgebiet umfaßte 1931 rund 250 ha, das sich meist aus kleineren Fraßorten von je 2—5 ha zusammensetzte. Im Jahre 1932 wurde der Schädling noch aus anderen Gebieten Südkärntens gemeldet, insgesamt etwa noch auf 85 ha. Nach Schönwiese wurde sowohl der Beginn wie der Zusammenbruch durch Witterungsverhältnisse vorbereitet. Die geringen Niederschläge im Mai, d. i. dem Monat des empfindlichsten („kritischen") Larvenstadiums während der Jahre 1929, 1930 und 1931, dürften den Anstoß für das Zustandekommen der Massenvermehrung in den Jahren 1931 und 1932 gegeben haben. Und für die Beendigung der Kalamität im Jahre 1932 macht Schönwiese die „Witterungseinflüsse in erster Linie" verantwortlich („vielleicht unter Zusammenwirkung mit inneren Faktoren"), während „der Parasitierung nur die Bedeutung einer Zusatzwirkung zukam" (vgl. dagegen oben S. 73).

„Stark befallene Bestände bieten meist gegen Ende Juni ein erschreckendes Bild; wenn aber die heurigen Triebe voll entwickelt sind, geht der schlechte Eindruck meist mehr oder weniger verloren. Der Umstand, daß die heurigen Triebe meist verschont werden, und daß *sertifer* nur eine Generation hat, läßt den Schädling „weniger gefährlich erscheinen"; doch kann ein stärkeres Auftreten einen empfindlichen Zuwachsverlust verursachen (bis zu 1/3 des Stärken- und 1/2 des Höhenzuwachses), abgesehen davon, daß durch den Fraß den sekundären Schädlingen Vorschub geleistet wird.

Seit 1934 (bis 1936) ist nach Schimitschek *D. sertifer* auch in einigen Gebieten von Niederösterreich in Zunahme begriffen; 1936 trat diese Blattwespe bei Unterwaltersdorf in 15jährigen Schwarzkiefernkulturen so stark auf, daß eine Bekämpfung (mit Giftstaub) notwendig war.



Abb. 107. Eine von *D. sertifer* Geoffr. stark befressene Kiefer einige Monate nach dem Fraß; die Nadelstummel sind abgefallen. Nach Schwerdtfeger

Auch aus anderen Ländern liegen eine Reihe von Meldungen über *sertifer*-Gradationen vor, wie aus England (Saunders 1912), aus Norwegen (1907—1913, Schoyen), aus Schweden (Trägårdh 1916), aus Dänemark (Borries), aus der Schweiz (Keller, Schweiz. Zeitschr. f. Forstw. 1903), aus Polen (Sitowski 1925), aus Böhmen, 1917, 1927 u. 1932—1935 auf einer Fläche von etwa 5 Quadratkilometer an Bergkiefer (Kolubajiv 1938), aus der Ukraine (Shiperovich 1927), ferner aus Litauen, dem Kaukasus und aus Spanien (1918 bis 1922 u. 1929, Auló); und sogar aus Japan (Suzuki 1934).



Abb. 108. Eiablage von *D. pallidum* Kl.; die Eier stoßen direkt (ohne Zwischenraum) aneinander. Nach Scheidter

Diprion pallidum Kl. (Taf. I, Fig. 7)

D. pallidum gehört zu den Arten, deren ♀ Wespe durch den lappenförmig erweiterten innern Sporen der Hintertibien charakterisiert ist. Das Mesosternum gelblich oder bräunlich, die gelbe Stirne ohne (oder nur mit sehr schmalem) Querband. Die ♂ Wespe ist schwarz; Taster, Oberlippe und Clypeus gelb.

Die Larve ist braunköpfig und hat Ähnlichkeit mit der von *pini*. Körper blaßgrün mit dunkleren und helleren Streifen. Die über jedem Bein sitzenden Semicolon-Flecken sind dunkelgrün (nicht schwarz wie bei *pini*). Der Körper ist stark mit Dornen besetzt.

Die Eier rein weiß, werden reihenweise ohne Zwischenräume in die Nadelkante versenkt; ohne Schaumdach (Abb. 108).

Bionomisch verhält sich die über ganz Mittel- und Nordeuropa verbreitete Art ähnlich wie *pini*, sowohl bezüglich des Larvenfraßes als der Generationsverhältnisse. Fintelmann meint, daß insofern ein kleiner Unterschied in der Freßart der beiden Arten bestehe, als es bei *pallidum* „nur ausnahmsweise vorkommt, daß die Larve in ihrer letzten Periode eine Nadel bis zur Scheide frißt“, während dies bei den älteren *pini*-Larven die Regel ist. Es sei ihm von Ende August bis Anfang Oktober stets gelungen, „schon in der Ferne beide Arten am Fraß zu unterscheiden“. Von späteren Autoren wird dieser Unterschied nirgends mehr erwähnt. Als Fraßpflanze kommt vornehmlich *Pinus silvestris* in Betracht, und zwar in allen Altersklassen, wenn auch jüngere Bestände in normalen Zeiten vorgezogen werden.

Bezüglich der Verpuppungsweise macht Baer (1916) auf eine Eigentümlichkeit aufmerksam. Die Larven (der ersten Generation) begeben sich, wenn sie erwachsen sind, an die Triebspitzen, um sich hier in dichten Klumpen bis zu 20 Stück in der Umgebung der Endknospe einzuspinnen. Es entstehen dadurch zierliche durchaus charakteristische Kokonanhäufungen (Abb. 109).

Die Generation kann doppelt sein (1. Flugzeit April/Mai, 2 Flugzeit Ende Juli), oder aber einfach bzw. durch längeres Überliegen zweijährig.

Hartig erwähnt, daß diese Art Mitte der 30er Jahre an den Verheerungen beteiligt war, welche *pini* bei Köslin, auf den Revieren Pütt und Liepe, sowie in den Neumärkischen Revieren verursachte. Die Entwicklung der Winterkokons stellte sich nach seinen Untersuchungen mehrfach so, daß ein Teil bereits im Frühjahr auskam, und diese Wespen eine zweite Generation erzeugten, also einen Sommer- und einen Herbstfraß veranlaßten, während andere Kokons länger überlagen und die Nach-

kommen der aus ihnen auskommenden Wespen bloß einen Herbstfraß verursachten, der gleichzeitig mit dem der Kinder ihrer Geschwister stattfand. — Nach Ratzeburg fanden nur von dieser Art herrührende Beschädigungen bei Arnsberg in Westfalen und in Ostpreußen statt (F. III. 114). Genauer berichtet er nach den Mitteilungen von Sprengel nur über einen Fall (W. I. 188—190). Letzerer beobachtete den Fraß in dem Preußischen Staats-Forstrevier Grünau bei Treptow an der Rega in den 60er Jahren, und zwar auf den schlechtestwüchsigen, kusseligen Kiefern der Dünen, während damals *pini* diese letzteren mied und die besserwüchsigen anging. Der Fraß war ganz ähnlich wie der von *pini;* die Nadeln wurden entweder zu Fäden abgenagt oder teilweise oder ganz abgefressen. Auch Maitriebe wurden angegangen. Die Larve saß gewöhnlich fester am Zweig und war weniger gegen Witterungseinflüsse empfindlich als die der gemeinen Art.

Über einen mit *sertifer* gemischten Fraß in der Ukraine (1922—1925) berichtet Shiperowitsch (1928). Die Gradation wurde durch eine Bakteriose *(Bacillus septicaemiae lophyri)* plötzlich beendet. Auch in Polen traten in neuerer Zeit verschiedene Kalamitäten auf, die teils durch starke (bis 90 %) Parasitierung (Kuntze 1926), teils durch starke Verpilzung *(Botrytis tenella)* beendet wurde (Mokrzecki 1928).

Abb. 109. Kieferntriebende mit Kokons von *D. pallidum* Kl. in charakteristischer Anordnung. Nach Baer

Diprion pallipes Fall. (Taf. I, 4)

Über diese Art liegt eine eingehende Schilderung von Scheidter (1923) vor, der wir hier in der Hauptsache folgen. *D. pallipes* ist eine der kleinsten unserer *Diprion*-Arten (♀ 5—7 mm), die an der Schwarzfärbung der Rückensegmente des ♀ leicht zu erkennen ist. Die Fühler sind beim ♀ auf der Unterseite gesägt, beim ♂ lang gekämmt (Abb. 110) (s. oben S. 99).

Eiablage ähnlich wie bei *sertifer,* in Reihen (2—6 Eier) mit Zwischenräumen (2—$2^1/_2$ mm) zwischen den einzelnen Eitaschen; die Nadeln sind nur einseitig an der Stelle der letzteren gebräunt. Die ♀♀





a *b*

Abb. 110. *Diprion pallipes* Fall. a Männchen, b Weibchen. Nach Scheidter

der ersten Generation legen ihre Eier an die vorjährigen, die der zweiten Generation an die heurigen Nadeln ab. Die Eiproduktion eines ♀ beträgt rund 40—90 Stück, ist also gering.

Die L a r v e ist schwarzköpfig. Körpergrundfarbe dunkelgraugrün mit hellen Längsstreifen auf Rücken und Seite (Abb. 111).



Abb. 111. Erwachsene Larven von *D. pallipes* Fall. (2/1 nat. Größe.) Nach Scheidter



Abb. 112. Larvenfraß von *D. pallipes* Fall. an Bankskiefer im vorletzten Stadium (2/3 nat. Gr.) Nach Scheidter

Die K o k o n s sind von sehr heller Farbe und viel dünnhäutiger als die von *pini* (lassen sich leicht zerdrücken oder zerreißen), außerdem viel kleiner (♂ 5,9—7,3; ♀ 7,8—8,4 mm). Die Kokons der ersten Generation werden, ähnlich wie bei der vorigen Art, zwischen den Nadelscheiden am Trieb, meist um die Gipfelknospe herum, gesponnen, die der zweiten Generation im Boden.

Als F r a ß p f l a n z e kommen in Betracht *Pinus silvestris, montana, banksiana, cembra* und *strobus*. Ausnahmsweise wurde die Larve und einmal sogar die Eiablage an Fichte gefunden. Ganz entschieden bevorzugt werden j u n g e Kiefern (5—10jährig) von 1½—2½ m Höhe. An höheren Bäumen tritt sie nur selten auf und dann nur an niederen Seitenzweigen.

„Der F r a ß d e r L a r v e muß im großen und ganzen gegenüber den anderen gesellig fressenden *Diprion*-Arten als sehr verschwenderisch

bezeichnet werden. Denn während diese meist schon von der Halbwüchsigkeit an die Nadeln vollständig bis zur Nadelscheide fressen, bleiben bei *pallipes* immer bis zum letzten Stadium mehr oder weniger große Nadelreste ungefressen (Abb. 112 u. 113)". Mit Vorliebe werden vorjährige Nadeln befressen; nach Kangas (1931) werden dagegen (in Finnland) nur die einjährigen Nadeln gefressen. Die Larven fressen zwar gesellig an einem Trieb, doch nie mehr als eine Larve an einer Nadel.

Die Generation ist doppelt, auch in der oberbayerischen Hochebene (wo *pini* nur eine einfache Generation hat). Bourgois spricht von einer einfachen Generation, was von Scheidter bezweifelt wird.

D. pallipes scheint ein Tier des Vorgebirges und der Hochebene zu sein. Auf der oberbayerischen Hochebene ist es die häufigste Art auf Kiefer und Latsche, viel häufiger als *pini* und *sertifer*.

Über ein schädliches Vorkommen liegen nicht allzu viele Angaben vor. Bourgeois (1892) berichtet über diese Art, daß sie in der Schweiz an *Pinus cembra* bedeutenden Schaden angerichtet hat. Scheidter (1923) konnte umfangreichere Beschädigungen im Schleißheimer Wald (bei München) feststellen. Dort trat sie sehr stark in einer rund $^3/_4$ m hohen Kiefernpflanzung auf, in der auf einer größeren Fläche die Kiefern gänzlich braun geworden waren; im folgenden Jahr waren zahlreiche dieser Pflanzen abgestorben, so daß sich größere Lücken bemerkbar machten. Und Kangas (1931) berichtet über ein Auftreten in Finnland an 5—10jährigen Kiefern, das sich recht schädlich auswirkte, da die Larven dort nur die einjährigen Nadeln befressen haben.



Abb. 113. Larvenfraß von *D. pallipes* Fall. an gemeiner Kiefer im letzten Stadium (2/3 nat. Gr.). Nach Scheidter

Diprion socium Klug. (Taf. I. 6)

D. socium ist bisher forstlich noch wenig in Erscheinung getreten.

Die ♀ Wespe ist an ihrer Färbung leicht zu erkennen: Hinterleib wie der ganze Körper hell braunrot; am Kopf nur ein kleiner schwärzlicher Fleck (selten eine schmale Stirnbinde), der Thorax mit schwarzer Zeichnung. Das ♂ dem von *pallidum* ähnlich, auf der Oberseite schwarz, Beine gelb, Bauch bräunlichgelb. Die Fußklauen schwarz.

Der etwas eiförmige Kopf der Larve dunkelbraun, Körpergrundfarbe dunkelgrün mit hellen Streifen und Fleckenlinien (s. oben S. 103 u. Taf. II, 5). Die Körperoberfläche ist mit starken schwarzen Dornreihen besetzt

Die Eiablage reihenweise (wie bei *pallidum*) ohne Schaumdach; die Eier schmutzig weiß, ziemlich lang und dünn.

In der Bionomie zeigen sich übereinstimmende Züge mit *pini* und *pallidum*, mit denen die Larven bisweilen gemeinschaftlich angetroffen werden. Die Larven fressen in Familien von 30—40 bis höchstens 60 Stück. Sie ziehen feuchte Standorte vor. „Die Nadeln von im Schatten erwachsenen Kiefern, welche beinahe das Aussehen der Weymouthskiefer haben, also in ihrer Substanz weicher und größer sind, liebt sie mehr als

die von freistehenden üppig erwachsenen Stämmen" (Fintelmann). Ratzeburg konnte sie ständig auf einer mit Erlen, Birken, Fichten und eingesprengten Kiefern besetzten Niederung finden. Als besondere Eigentümlichkeiten der *socium*-Larven hebt Fintelmann noch hervor: „Das starke Überzogensein mit Speichel, der beständig wasserklar in Tropfen aus dem Munde hervorquillt und womit sie sich teils selbst, teils gegenseitig benetzen, so daß der Körper sich ganz schlüpfrig anfühlt"; und sodann „die ganz eigentümliche und höchst gefällige, vorn und hinten gehobene Stellung des Körpers im Zustand der Ruhe". — Die Generation wie bei *pini* und *pallidum*.

D. socium tritt auf feuchten Lagen und im Hochgebirge auf den Bergkiefern mitunter stärker auf. Ob diese Art wirklich 1879 in Rußland (Gouvernement Wladimir) arg schädigend aufgetreten ist, wie von Köppen vermutet, muß dahingestellt bleiben (Nitsche).

B. Einzelnfressende Arten

Die meisten Arten mit einzeln fressenden Larven haben forstlich keine bemerkenswerte Bedeutung, da bei dem vereinzelten Auftreten der Fraß an den Pflanzen nur harmlose Wunden verursacht. Nur bei einer von diesen Arten ist ein größerer Fraß beobachtet worden:

Diprion frutetorum F. (Taf. I, 5)

Die mit *laricis* verwandte Art (bei beiden sind die Bürstenplatten am Ende der Sägescheide schmal linienförmig aneinanderliegend) unterscheidet sich von dieser durch die schwarze Fühlergeißel und durch die Färbung des Schildchens, das entweder schwarz oder gelb ist (doch ohne zwei runde gelbe Flecken). — Die Larve gehört zu den grün- und braunköpfigen Formen (s. oben S. 104). — Die Eiablage findet einzeln an der Basis der Nadeln (über der Nadelscheide) statt (s. oben Abb. 51).

Hartig fand die Art bei Berlin zusammen mit *pini* und *pallidum* an 20—30jährigen Kiefernstangen (nicht in Schonungen). Die Larve frißt nur die zweijährigen Nadeln. Es kommen zwei Generationen, „bei günstiger Witterung könnte wohl noch eine dritte Generation kommen, wahrscheinlich ist es mir aber, daß die Eier überwintern" (? Verf.) (Hartig).

Über Gradationen ist bis jetzt wenig bekannt geworden. Kuntze (1936) berichtet über eine Massenvermehrung in Westpolen in den Jahren 1926/27, die unter starker Parasitenwirkung (*Microcryptus, Lamachus, Hypsantyx, Zemiophorus* und *Ceromasia*) zusammengebrochen ist.

Bezüglich den übrigen Einzelfressern an Kiefer mögen folgende kurze Angaben genügen:

D. nemoralis Ensl. (s. oben S. 99, Taf. I, 2), größte Art. Doppelte Generation. Große Kokons zwischen den Nadeln oder im Moos. Bisher in Schweden, Deutschland, Frankreich, Schweiz und Rußland gefunden.

D. virens Klg. (s. oben S. 101, Taf. I, 10). Über ganz Europa verbreitet. Kommt häufig zusammen mit anderen *Diprion*-Arten vor (*laricis, sertifer, frutetorum* usw.). Wohl doppelte und einfache Generation. Vornehmlich an Stangenhölzern.

D. laricis Jur. (s. oben S. 101, Taf. I, 9). Wie die vorige Art. Die Larven sind nur schwer von den *virens*-Larven zu unterscheiden.

D. variegatum Htg. (s. oben S. 101, Taf. I, 8). Eine seltene Art, die bisher nur in Schweden, Deutschland und der Schweiz gefunden wurde. Ihre Larve gleicht der der beiden vorigen Arten. Doppelte und einfache Generation.

II. An Fichte

An Fichte kommen bei uns zwei Arten vor: D. polytomum Htg. (= *hercyniae* Htg.) und D. abieticola D. T. Dazu kommt eine dritte Fichtenart aus Finnland, D. fuscipenne Fors. (Forsius 1911). Einiges forstliches Interesse kommt nur polytomum zu, da diese Art bisweilen häufiger auftritt; außerdem ist über sie in der letzten Zeit eine umfangreiche Literatur (hauptsächlich englische und amerikanische) entstanden, da sie nach Amerika verschleppt, dort zu einem Schädling größten Ausmaßes wurde.



Abb. 114 A. *Diprion polytomum* Htg. ♀.

Diprion polytomum Htg.

(Syn. *hercyniae* Htg.)

D. polytomum gehört mit *pallidum* Kl. (und *virens* Kl.) in die Gruppe, bei deren Arten beim ♀ der innere Sporen der Hintertibien lappenförmig erweitert ist. Die ♀ Wespe steht in Form und Färbung *pallidum* nahe, läßt sich aber durch das breite schwarze Querband auf der Stirn von Auge zu Auge unschwer davon unterscheiden (Abb. 114 A) (s. oben S. 101). — Die Larve erinnert durch ihre Färbung an die Raupe der Kieferneule *(Panolis flammea* Schiff.): Kopf oben und an den Seiten braun, Gesicht schwarz; Rücken grün mit drei weißen Streifen (Abb. 114 B); Seiten, Füße und Bauch dunkelfleischrot (s. oben S. 103). Die Bedornung ist sehr schwach und undeutlich; die Larve gehört demnach zu den „Glattraupen".



Abb. 114 B. Erwachsene Larve von *D. polytomum* Htg. Nach Scheidter

Die Eiablage geschieht wie bei den Kiefern-Diprionen in eine Eitasche in der Nadelkante. Der Schnitt wird (nach Escherich und Baer) etwas seitlich von der Kante geführt, nur unter der Oberhaut hin. In diesen nur einzeln an den Nadeln sich findenden Taschen verschwindet das Ei so vollständig, seinen Sitz nur durch eine schwache Verfärbung verratend, daß es sehr schwer ist, es in der Natur zu entdecken.

Die Kokons sind nicht so derb wie die von *pini*, von hellbrauner oder blaßbrauner Färbung. Sie sind meist (auch diejenigen, die überwintern) oberirdisch namentlich an den Nadeln angebracht.

Der Kot (Abb. 115) ist walzenförmig, rund, an beiden Enden mehr oder weniger gerade abgeschnitten (erinnert etwas an den Kot der Kieferneule). Die Exkremente der erwachsenen Larve sind 3 mm lang, 1 mm dick, ihre Farbe ist grün, gelb oder braungrün oder gelblich- und rotbraun; hat der Kot längere Zeit im Freien gelegen, verfärbt er sich gleichmäßig nach rotbraun. Seine Oberfläche ist glatt, bei Vergrößerung gesehen rauh, aber nicht grobrauh. Die einzelnen Teilchen sind quergelagert, so daß eine schwache Querfurchung zu erkennen ist (Eckstein 1937).

Die Art ist über ganz Mitteleuropa verbreitet, doch meist sehr zerstreut, ohne hier ernstlichen Schaden auf größeren Flächen zu verursachen. Die Generation kann doppelt, einfach oder durch Überliegen mehrjährig sein.

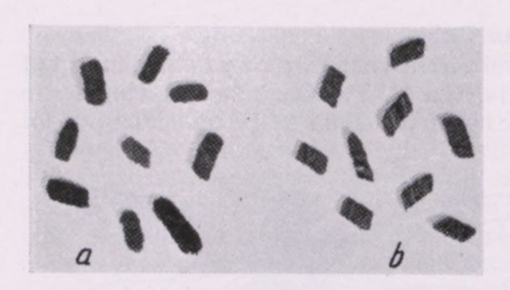


Abb. 115. a Kot der Fichtenblattwespe (*D. polytomum* Htg.), b der gemeinen Kiefernblattwespe (*D. pini* L.). Nach Eckstein

Über einen kleineren Fraß auf einer rund 2 ha großen Kultur im Vogtland (580 m Meereshöhe) berichten Escherich und Baer (1913). Es handelt sich um 12jährige schlechtwüchsige stark mit *Chermes*-Gallen besetzte Fichten, an denen im Oktober 1908 zum erstenmal ein stärkerer Fraß bemerkt wurde, der zur Rötung einiger Wipfel geführt hatte. Es wurde sofort gesammelt und rund 70 000 Larven vernichtet. Im folgenden Jahr (1909) wurden erst wieder Ende Juli große Mengen Larven und auch gleichzeitig Kokons festgestellt. Die Kokons befanden sich hauptsächlich an der Unterseite der unteren Fichtenzweige und den einen dichten Unterwuchs bildenden Gräsern. Es wurde wieder gesammelt und rund 9000 Larven und rund 58 000 Kokons vernichtet; im Herbst konnten nur noch wenige Larven und etwa 700 Kokons gefunden werden. Zu einer ernstlichen Schädigung ist es hier nicht gekommen; nur einige wenige Stämmchen, deren obere Quirle zweimal hintereinander kahlgefressen worden waren, wurden wipfeldürr.

Des weiteren schildert K. Eckstein (1937) einen auffallenden *polytomum*-Fraß im Heeresforstamt Bergen (Hannover). In dem befallenen Revier (Becklinger Holz) ist Fichte vorherrschend, die ältesten 70—120jährigen Bestände fast ganz rein, die jüngeren 35—70jährigen meist mit Kiefer gemischt, die jüngsten teils gemischt, teils rein. Die ältesten Bestände sind in der Mitte des Forstes gelegen. Im Südwesten und Westen reine Kiefern, 65—90jährige Heideaufforstungen mit Fichtenunterwuchs. Im Südosten und Osten Buche 56—135jährig. In allen Beständen, insbesondere den jüngeren und mittleren, mehr oder weniger starke Beimischung von Buche und Lärche. In allen Fichtenbeständen starke Rohhumusauflagerung, in den ältesten Moospolster, in den Kiefernbeständen Beerkraut. „Alle abgesuchten Stämme zeigten einen gleichmäßigen Befall in allen Teilen der Krone. Fressende Larven sind an allen Jahr-



Abb. 116. Die zeitig im Frühjahr von *D. polytomum* Hltg. befressenen Jungtriebe sind vertrocknet. Nach Eckstein

gängen der Nadeln beobachtet. Eine Lichtung der Gesamtbenadelung ist unverkennbar. Die einzelne Nadel wird restlos verzehrt, nur angefressene Nadeln sind ganz vereinzelt gefunden. Die Triebe weisen kahle Stellen auf. Ein Verfärben der Fichten ist nicht erfolgt. Einzelne besonders stark befressene Stämme, mit deren Absterben zu rechnen ist, sind nicht gefunden. Die sonnigen Ränder sind stärker befallen wie schattige Standorte." Über die Fraßwirkungen geben am besten die beigegebenen Abbildungen Aufschluß: Abb. 116 zeigt einen wohl während des ersten Treibens der Knospen befressenen Zweig, dessen vorjährige Triebe entnadelt sind. Mit Ausnahme der beiden oberen Endtriebe sind diese und die Seitentriebe so zeitig befressen worden, daß sie absterben mußten, noch ehe sie anfingen zu verholzen. In Abb. 117 sind alle älteren Triebe befressen, die jünsten nicht. Umgekehrt zeigt Abb. 118 nur einige kahle diesjährige Seitentriebe. Auch in diesem Fall sind ernstlichere Folgen für die befallenen Bestände nicht eingetreten.

So gering also die forstliche Bedeutung des *polytomum* in Europa ist, so verheerend sind die Wirkungen des Fraßes in Amerika, vor allem in Kanada. Im Jahre 1930 fand eine starke über ein weites Gebiet sich erstreckende Massenvermehrung im Zentrum der Gaspe-Halbinsel im östlichen Quebec statt[1]), die vielfach zu Kahlfraß an *Picea mariana* und *canadensis* führte. Im folgenden Jahr betrug die Befallsfläche bereits rund 2000 Quadratmeilen, um sich 1933 zu verdoppeln. Die Ausdehnung des Fraßes schritt in unheimlicher Weise fort, so daß im Jahre 1936 gegen 10000 Quadratmeilen schwer befallen waren. Die Ausbreitung stieß südwärts in die USA. bis nach Connecticut vor, westwärts bis zum Temiskaming-See in Ontario und nordwärts über den St. Lorenzo-Strom zum St.-John-See. Heute stellt *D. polytomum* eine der ernstesten und gefährlichsten Forstschädlingskalamitäten von Nordamerika dar.



Abb. 117. Stark von *D. polytomum* befressener Fichtenzweig; die jungen Triebe haben sich entwickelt. Nach Eckstein

Das erschreckende und rapide Anwachsen der *polytomum*-Vermehrung in Nordamerika (im Gegensatz zu dem verhältnismäßig niedrigen Vermehrungsstand in Europa) dürfte auf zwei Gründen beruhen: 1. auf der hauptsächlich parthenogenetischen Fortpflanzung in der neuen Heimat (♂♂

[1]) Vereinzelte Exemplare von *polytomum* wurden schon früher (1922) in Nordamerika festgestellt.



Abb. 118. Nadelfraß von *D. polytomum* Htg. an bereits verholzten Jungtrieben; die Knospen sind gesund. Nach Eckstein

sind sehr selten) [1]) gegenüber der in der Hauptsache gamogenetischen in Europa [2]); und 2. auf dem Fehlen der natürlichen Feinde, deren so viel in Europa den Diprionen entgegenstehen.

Dieser zweite Grund veranlaßte die Kanadische Regierung zu Maßnahmen, die darauf hinzielen, die fehlenden Feinde von Europa in dem Befallsgebiet einzuführen. Diesem Umstand verdanken wir es, daß die europäischen *Diprion*-Feinde vor allem die Parasiten so gründlich studiert wurden und unsere Kenntnisse hierüber heute auf einen hohen Stand gebracht wurden (vgl. Morris, Cameron und Jepson 1937).

Es wurden Entomologen nach Europa entstandt, es wurden besondere Laboratorien sowohl in Europa wie in Kanada eingerichtet, mit der Aufgabe, die *Diprion*-Parasiten eingehend zu studieren und diejenigen, die sich als tauglich erwiesen, in großen Mengen zu sammeln und nach Amerika zu senden, wo sie von den dortigen Laboratorien weitergezüchtet und ausgesetzt wurden. Die Aufgabe wurde dadurch wesentlich erleichtert, daß die meisten *Diprion*-Parasiten alle *Diprion*-Arten angehen, so daß man also nicht allein auf *D. polytomum* angewiesen war. Welche Ausmaße der Parasitenimport in Kanada angenommen hat, mögen einige Zahlen zeigen: Von 1932 bis bis 1935 wurden in Kanada eingeführt rund 40 000 Kokons von *D. polytomum*, über 6 000 000 Kokons von *D. sertifer*, ferner rund 400 000 Eier der letzteren Art usw. Das europäische Material wurde mit Flugzeug nach England geschafft und von dort im Kühlraum nach Ontario verschifft. Der Gesamttransport beanspruchte etwa 12 Tage. Die in Kanada aus den Kokons und Eiern erzielten Parasiten (1933: rund 15 000, 1934: rund 1 Million, 1935: rund $2^1/_2$ Millionen) werden zur Weiterzucht benutzt und dann an verschiedenen Stellen des Fraßgebietes ausgesetzt (Finlayson and Reeks 1936, siehe auch Balch 1936).

[1]) Balch (1939) stellte das Verhältnis von ♂ : ♀ wie 1 : 1200 fest; doch bestünden darin beträchtliche Unterschiede. Der Kopulations-Instinkt scheine rudimentär. Möglicherweise existierten zwei verschiedene Rassen in Europa, von denen nur die eine in Kanada eingeführt wurde. Verschiedenheiten in der Chromosomenzahl und in der Form der Genitalanhänge schienen darauf hinzudeuten.

[2]) Die Generation kann in wärmeren Gegenden (z. B. Connecticut) doppelt sein, meist ist sie einfach oder mehrjährig, da ein Überliegen (bis zu 5 Jahren!) häufig vorkommt (Balch).

Literatur

über Diprionini

Altum, A., 1898, Das massenhafte Auftreten der Kiefernbuschhornblattwespe, *Lophyrus pini* L., in den preußischen Kiefernrevieren während der letztverflossenen Jahre. Z. f. Forst- u. Jagdw. *30*, 411—427.

Baer, W., 1906, *Lophyrus similis* Htg. Nat. Z. f. Land- u. Forstw. *4*, 84—92.

— — 1916, Über Nadelholz-Blattwespen. 2. Die Kiefernbuschhornblattwespen. Ebenda *14*, 314—322.

Balch, R. E., 1936, The European Spruce Sawfly Outbreak in 1935. Canad. Ent. *68*, 23—31.

— — 1939, Outbreak of the Europ. Sawfly in Canada. J. Econ. Entom. *32*, 412—418.

Balch, R. E., Simpson, L. J., and Prebble, M. L., 1934, The European Spruce Sawfly Outbreak in the Gaspe Peninsula. Rep. ent. Soc. Ontario *64*, 57—59. Toronto.

Barbey, A., 1924, Un lophyre ravageur du pin cembro (arolle). Journ. For. Suisse *75*, 189—191.

Berg, von, 1857, Das Auftreten des Kieferntriebwicklers *(Tortrix buoliana)* und der Kiefernblattwespe *(Tenthredo pini)* auf dem Gohrisch. Thar. Jahrb. *12*, 244—247.

Bitter, B. u. Niklas, O. B., 1939, Die Massenvermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe *Pteronus (Lophyrus) pini* L. im Forstamt Trappen (Trappönen), Ostpreußen, 1936—1937. Forstw. Ctrbl. *61*, 429—447.

Bourgeois, 1894, Deux nouveaux ennemies du pin Cembro. Schweiz. Z. Forstw.

Chawner, E. F., 1933, *Diprion polytomum* Htg. in Hants. J. ent. Soc. S. Engl. *1*, 81.

Eckstein, K., 1893, Biologische Beobachtungen an *Lophyrus pini*. Z. Forst- u. Jagdw. *25*, 636—344?

— — 1937, Zoologische Beobachtungen. *Lophyrus- (Diprion-)* Fraß an Kiefer und Fichte. Silva *25*, 29—32.

Eidmann, H., 1936, Zur Frage der Blattwespen-Prognose. Arb. über phys. u. ang. Ent. Berlin *3*, 229—234.

Eliescu, G., 1932, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. Z. f. ang. Ent. *19*, 22—67 u. 188—206.

Enslin, E., 1915, Eine Syrphiden-Larve als Feindin von Blattwespenlarven. Entom. Mitteil. *4*, 9—12.

— — 1916, Beiträge zur Kenntnis der *Tenthredinoidea* III. (3 a Nachtrag zu: Eine Syrphiden-Larve als Feindin von Blattwespenlarven.) Ebenda *5*, 291—292.

— — 1916, Die europäischen *Diprion- (Lophyrus-)* Arten. Nat. Z. f. Forst- u. Landw. *14*, 1—20. 1 Taf.

Escherich, K., u. Baer, W., 1913, Ein Fraß von *Lophyrus hercyniae* Htg. (Tharandter zool. Miscellen. Vierte Reihe Nr. 2.) Nat. Z. f. Forst- u. Landw. *11*, 104—108.

Ferrière, C., 1935, Two Chalcidoid Egg-parasites of *Diprion sertifer* Geoffr. Bull. ent. Res. *29*, 571—573.

Finlayson, L. R., and Reeks, W. A., 1936, Notes on the introduction of *Diprion* Parasites to Canada. Canad. Ent. *68*, *160—166*. (R. appl. Ent. *25*, 12—14.)

Fintelmann, L., 1836, Beiträge zur näheren Bestimmung und Naturgeschichte einiger auf der Kiefer *(Pinus sylvestris* L.) lebenden Lophyren. Nova acta Carol. Leopoldina, Halle, *19*.

Fluiter, H. J. de, 1932 a, Eenige Mededeelingen betreffende het optreden van *Pteronus pini* L. in Nederland en zijn parasieten. Tijdschr. Ent. *75*, XLI—XLV.

— — 1932 b, Bijdrage tot de kennis der biologie en epidemiologie van de gewone Dennenbladwesp, *Pteronus (Lophyrus) pini* L., in Nederland. Tijdschr. Plantenziekten *38*, 125—196 (mit 3 Taf.).

— — 1934 a, Over de lebenswijze van de gewone Dennenbladwesp, *Diprion pini* L., en enkele harer voornaamste Hymenoptere Parasieten, de Chalcidide, *Closterocerus spec.* (Ei-Parasiet) en de Cryptide, *Microcryptus subguttatus* („Coconparasiet"). De Levende Natuur. S. 353—360 u. 28—33.

— — 1934 b, Over het tijdstip, waarop de gewone Dennenbladwesp *(Diprion pini* L.), bestreden dient te worden. Ned. Boschb. Tijdschr. *7*, 70—81.

Forsius, R., 1911 a, Über einige *Diprion- (Lophyrus* Latr.) Arten. Medd. Soc. pro Fauna et Flora Fennica, Heft *37*, 178—183.
— — 1911 b, Zur Kenntnis einiger aus Blattwespenlarven erzogenen Schlupfwespen. Ebenda 98—104.
Fransen, J. J., 1937, De bestrijding van de dennenbladwesp *(Diprion pini* L.). Tijdschr. der Nederl. Heidemij. *49*, 395—410.
— — 1938 a, Het opsporen van *D. pini* L. Ebenda *50*, 1938, 119—126.
— — 1938 b, De Plagen van de Dennenbladwesp, *Diprion (Lophyrus) pini* L. Landbouwkund. Tijdschr. *50*, 1938.
Gäbler, H., 1936, *Picromerus bidens* L. als Feind der *Lophyrus*-Larven. Thar. Forst. Jahrb. *88*.
Größwald, R., 1935, Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf die Entwicklung von *Diprion (Lophyrus) pini* L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels. Zeit. f. ang. Ent. *22*, 331—384.
Haas, 1882, Über *Lophyrus similis* Htg. Jahrb. Schles. Forstver. 58—59.
Hardy, J. E., 1939, Natural control of *D. similis* Htg. in Poland during 1936. Bull. Ent. Res. *30*, 237—246.
Hertz Marti, 1933, Die gewöhnliche Kiefernbuschhornblattwespe *(Lophyrus pini* L.) und ihre forstwirtschaftliche Bedeutung. (Finnisch mit deutschem Referat.) Communic. Instit. Forest. Fenniae *18*. Helsinki.
Hsin, C. S., 1935 a, Zur Kenntnis einiger Blattwespen. S. B. naturf. Ges. Rostock *5*, 13—18.
— — 1935 b, Beiträge zur Naturgeschichte der Blattwespen. Zeit. f. ang. Ent. *22*, 253—294.
Hulverscheidt, 1931, *Lophyrus*-Bekämpfung mit Kontaktgiften in dem Stadtforst Fürstenwalde. Der dtsche. Forstwirt.
Kangas, E., 1931, The Injuries to Pine Stands at Siikakangas. Silva Fennica *17* (107 S.). (Rev. appl. Ent. *20*, 107.)
Kolubajiv, S., 1938, Beitrag zur Biologie der rotgelben Kiefernbuschhornblattwespe *(Diprion sertifer* Geoffr. *Lophyrus rufus)*. Lesnicka prace, roc. *17*, 325—348.
Krauße, A., 1917, *Wolffiella ruforum, nov. gen., nov. spec.*, ein neuer Chalcidier aus den Eiern von *Lophyrus rufus*. Z. f. Forst- u. Jagdw. *49*, 26—35.
Kuntze, R., 1926, Die Parasiten des *Lophyrus pallidus* Kl. (Hymenoptera) in der Gegend von Niepolomice. Polnisch mit deutscher Zusammenfassung. Sylwana (Llow) *23*.
— — 1936, Notizen über einige einheimische *Lophyrus*-Arten. Ebenda *33*. (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.)
Laidlaw, B. R., 1933, Two Ichneumon Parasites of *Lophyrus pini* Kl. Ent. Month. Mag. *69*.
Loos, Kurt, 1905, *Lophyrus pini* L. im Herbst 1904. Centralbl. f. d. ges. Forstw.
Micke, 1902. Einwirkung des Fraßes von *Lophyrus pini* auf den Zuwachs der Kiefer. Zeit. f. Forst- u. Jagdw. *34*, 725—740.
Middleton, W., 1923, The imported Pine Sawfly. U. S. Dep. Agr. Department Bull. No. 1182.
Mokrzecki, Z., 1928, Report of the Institute of Forest Protection and Entomology. Skierniewice-Poland 1924—1927. Polsk Pisma ent *6*.
Morris, K. R. S., *Eupelmella vesicularis* Retz. *(Chalcid.)* as an predator of another Chalcid, *Microplectron fuscipennis* Zett. Parasitology *30*, 19—32.
Morris, K. R. S., and Cameron, E., 1935, The Biology of *Microplectron fuscipennis* Zett. *(Chalcid.)* a parasite of the Pine Sawfly *(Diprion sertifer* Geoffr.). Bull. Entom. Res. *26*, 407—418. 1 Taf.
Morris, K. R. S., Cameron, E., and Jepson, W. F., 1937, The insect parasites of the Spruce Sawfly *(Diprion polytomum* Htg.) in Europe. Ebenda *28*, 341—393.
Müller, D. E., 1821, Über den Afterraupenfraß in den fränkischen Kiefernwaldungen vom Jahre 1819—1820. Aschaffenburg.
Nehring, A., 1894, Raupenfraß am Knieholz des Riesengebirges. Forstwiss. Centralbl. *16*, 328.
Nowicki, Sw., 1939, Über einige in *Diprion (Lophyrus)* schmarotzende Pteromaliden *(Hym. Chalc.)*. Zeit. ang. Ent. *25*, 472—477.
Prell, H., 1923, Über eine „fremddienliche Zweckmäßigkeit" bei Insekten und ihre kausale Analyse. Biol. Zentralbl. *43*, 432—439. (Parasiten von *Lophyrus*.)

Przibram, H., 1924, Die Rolle der Dopa in den Kokonen gewisser Nachtfalter und Blattwespen mit Bemerkungen über die chemischen Orte der Melaninbildung. Arch. f. mikr. Anat. Entw. Mech. *102*.

Rettich, 1928 a, Das Auftreten von schädlichen Forstinsekten in den Kiefernbeständen des badischen unteren Rheintales, im besonderen der Kiefernbuschhornblattwespe (*Lophyrus pini* L.) im Jahre 1927. Bad. Bl. f. angew. Entom. 249—262.

— — 1928 b, Das Auftreten der Kiefernbuschhornblattwespe (*Lophyrus pini*) in Baden 1927. Silva *16*, 26—30.

Ritter, F., 1929, Die in Deutschlands Waldungen aufgetretenen schädlichen Insekten. Ein Literaturnachweis für die Jahre 1449—1926. Zeit. f. ang. Ent. *14*, 540—583.

Robbins, J. C., 1931, On a Pine Sawfly (*Diprion sertifer* Geoffr.) and its Parasites. Trans. Suffolk Nat. Soc. *1*, 177—179. (Rev. appl. Ent. *20*, 309.)

Rörig, G., 1895, Lophyrenfraß am Knieholz des Riesengebirges im Jahre 1893. Forstw. Ctrbl. *17*, 215—219.

Rudnew, D. F., 1933, Materialien zur Ökologie von *Lophyrus pini* L. im Zusammenhang mit den Besonderheiten seiner Verbreitung in den Waldbeständen. Zbirn. Pratz' Sekt. Ekol. nazemn. Tvar. *1*, 135—144. Kiew Vidavn VUAN. (Ukrainisch mit deutschem Auszug.)

Schedl, K. E., 1934, Statistische Untersuchungen über die Kopfkapselbreiten bei Blattwespen. Zeit. f. ang. Ent. *20*, 449—460.

— — 1938 a, Blattwespen-Notizen. 1. Lärchenblattwespen; 2. Unterscheidung von *Diprion pini* L. und *D. simile* Htg. Anz. f. Schädlingskde. *14*, 100.

— — 1938 b, Quantitative Freilandstudien an Blattwespen der *Pinus banksiana* mit besonderer Berücksichtigung der Methodik. Zeit. f. ang. Ent *24*, 25—70 u. 181—215.

— — 1938 c, Zur Blattwespen-Prognose. Mitt. Forstwirtschaft u. Forstwiss. *9*, 192—241.

— — 1939, Blattwespenkokongröße und Fruchtbarkeit der schlüpfenden Wespen. Anz. f. Schädlingskde. *15*.

Scheidter, Fr., 1918, Blattwespen an Kiefern. (Tierische Schädlinge an Gehölzen, Frage 185.) Mitt. Dtsch. Dendrolog. Ges. 313—315.

— — 1923, *Lophyrus pallipes* Fall., ein bis jetzt wenig beachteter Forstschädling. Zeit. f. ang. Ent. *9*, 369—389.

— — 1924, Die gemeine Buschhornblattwespe *Lophyrus pini* L. Forstl. Flugblätter Nr. 10.

— — 1926, Forstentomologische Beiträge. 2. Die einzelnen Larvenstadien der gemeinen Kiefernbuschhornblattwespe, *Lophyrus pini* L. 8. Über die Art der Eiablage der gesellig lebenden Buschhornblattwespen. Z. f. Pflanzenkrkh. u. Pflanzensch. *36*, 17—20 u. 193—202.

— — 1934, Forstentomologische Beiträge. 16. Aus *Lophyrus*-Kokon gezogene Parasiten. 19. Die einzelnen Larvenstadien von *Lophyrus pallidus* Kl. 22. Anstechen von *Lophyrus*-Kokons durch *Phygadeuon*. 27. Nützlichkeit eines bei *Lophyrus pini* L. schmarotzenden Eiparasiten. 28. Bestimmungstabelle für die Raupen der Gattung *Lophyrus (Diprion)*. 30. Die Art der Eiablage der einzelfressenden *Lophyrus*-Arten. 31. Eiablage eines *Lophyrus*-Parasiten. 34. Die einzelnen Larvenstadien von *Lophyrus socius* Kl. 38. Die einzelnen Larvenstadien von *Lophyrus rufus* Ltr. — Ebenda *44*, 362—379, 386—422 u. 479—525.

Schmid, 1883, Über *Lophyrus similis*. Vereinsschr. Böhm. Forstver. Heft 125, 91 ff.

Schönwiese, Fr., 1935 a, Beobachtungen und Versuche anläßlich einer Übervermehrung von *Lophyrus sertifer* Geoffr. (*rufus* Pz.) in Südkärnten in den Jahren 1931/32. Zeit. ang. Ent. *21*, 463—500 (mit 19 Abbildungen).

— — 1935 b, Die *Lophyrus*-Kalamität 1931/32 in Kärnten. Centralbl. f. d. ges. Forstw. *61*, 49—56 u. 69—74.

Schoyen, F. H., 1911, *Lophyrus rufus* og dens optraeden paa vestlandet. Tidsskr. for Skogbrug. *19*, 98—130. 1 Taf.

Schwerdtfeger, F., 1936, Zur Kenntnis der roten Kiefernbuschhornblattwespe, *Diprion sertifer* Geoffr. (*Lophyrus rufus* Pz.). Zeit. f. Pflanzenkrkh. u. Pflanzensch. *46*, 513—534.

Saunders, A., 1912, A Pine saw fly (*Lophyrus rufus*) in Delamere woods. Quart. Journ. Forestry *6*, 257—258.

Seitner, M., 1933, *Lophyrus rufus* Ratz. (= *sertifer* Geoffr.) an der Zirbe im Kampfgürtel des Waldes. Centralbl. f. d. ges. Forstw. *59*, 129—131.

Severin, G., 1902, Le genre *Lophyrus* Latr. (22 S., 2 color. Taf.) Brüssel.
Shiperovitsh, V. J., 1925 a, Zur Frage von den Generationen bei den Tenthrediniden *(Lophyrus)*, welche die Kiefernbestände des Ösinovo-Rostschinsky-Revieres beschädigen. Mitt. Leningrader Forstinstitut. *32*, 163—164.
— — 1925 b, A Sawfly injurious to Pine and its Control. Protect. Plants. Ukraine. (Deutsches Resumé.)
— — 1927, Verbreitung der die Kiefer im Pargolowo-Versuchsrevier schädigenden Tenthrediniden und die Faktoren, welche ihre Vermehrungsenergie reduzieren. Mitt. Leningrader Forstinstitut. *34*, 115—118. (Deutsches Resumé.)
Sitowski, L., 1925, Sur la biologie des parasites de *Lophyrus*. Roczniki Nauk Rolnicz. i Lesnych *14*.
— — 1929, Dasselbe. Teil II. Poznansk Towarzys Prz. Nauk. Ser. B, *5*.
Snellen van Vollenhofen, S. C., 1859, De Inlandsche Bladwespen etc. Tijdschr. v. Entom. *2*, 134—151.
Suzuki, A., 1934, On *Neodiprion sertifer* Geoffr. (Japanisch.) Oyo-Dobuts Zasshi *6*, 254—272. (Rev. appl. Ent. *23*, 208.)
Ullyett, G. C., 1936 a, Host selection by *Microplectron fuscipennis* Zett. *(Chalcididae, Hymenoptera)*. Proc. R. Soc. London *120*, 253—291.
— — 1936 b, The Physical Ecology of *Microplectron fuscipennis* Zett. *(Hym. Chalc.)*. Bull. ent. Res. *27*, 195—217.
Vietinghoff, A. von, 1927, Das Verhalten paläarktischer Vögel gegenüber den wichtigeren forstschädlichen Insekten IX. *Lophyrus pini* L., *rufus* Rtzb., *similis* Htg., *herzyniae* Htg. Zeit. ang. Ent. *13*, 505—512.
— — 1931, Erlebnisse mit Forstinsekten als Lausitzer Revierverwalter 1923—1930. Ebenda *18*, 634—653.
Webber, R. T., 1932, *Sturmia inconspicua* Meig., a Tachinid Parasite of the Gipsy Moth. Journ. Agric. Res. *45*, 193—208.
Wolff, M., 1916, Über die Pteromalinengattung *Platyterma* Walker (1834) und über die deutsche von K. Eckstein aus *Lophyrus pini* erzogene neue Art. Zeit. f. ang. Ent *3*, 157—171.
Zimanas, G., 1937, About the influence of humidity and temperature on the *Lophyrus sertifer* caterpillars. Gamta *2*. (Lettland.)

2. Unterfam. Tenthredininae

Die *Tenthredininae* bilden die artenreichste Unterfamilie der Tenthrediniden, die morphologisch und bionomisch recht verschiedene Formen enthält. Die Larven (20- oder 22füßig) sind teils Nadelholz-, teils Laubholzfresser.

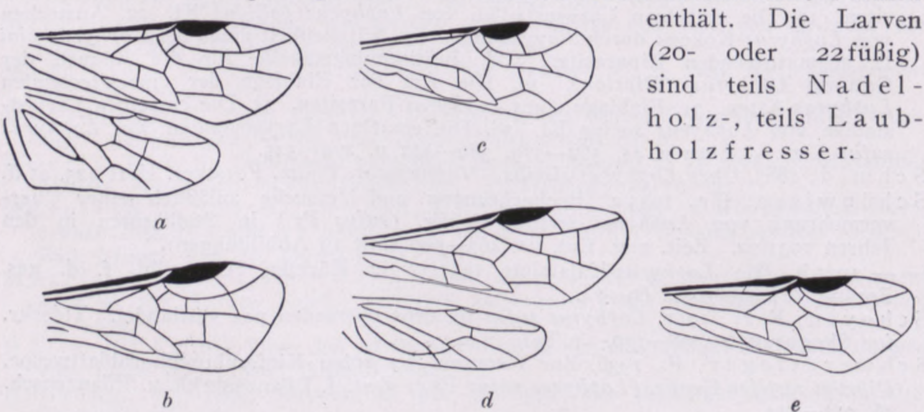


Abb. 119. Flügelgeäder (Vorderflügel) eines: a Nematinen (*Dineura*, geteilte Radialzelle), b Blennocampinen (*Scolioneura*), c Hoplocampinen, d Selandriinen, e Dolerinen. Nach Enslin
Die Bezeichnungen der Abbildungen siehe Abb. 3

Wir teilen die Unterfamilie, hauptsächlich auf Grund des Flügelgeäders, in mehrere Tribus:

1 Radialzelle ungeteilt (s. Abb. 124), oder wenn mit Quernerv, dann münden beide rücklaufende Nerven in die 2. der vier Cubitalzellen (Abb. 119 a). Der Basalnerv mit dem ersten rücklaufenden Nerven konvergierend . . . . 1. **Nematini**

— Radialzelle durch Quernerv geteilt 2

2 Lanzettförmige Zelle gestielt (Abb. 119 b). Meist kleine Tiere von eiförmigem Körperbau mit schwarzer, seltener schwarz und gelber oder rotgelber Färbung . . . . 2. **Blennocampini**

— Lanzettförmige Zelle nicht gestielt 3

3 Der Basalnerv ist dem ersten rücklaufenden Nerven nicht parallel (Abb. 119 c) . . . . 3. **Hoplocampini**

— Der Basalnerv verläuft mit dem ersten rücklaufenden Nerven parallel (Abb. 119 d u. e), wenn nicht, so fehlt der zweite Cubitalnerv . . 4

4 Der Basalnerv mündet in den Ursprung des Cubitus oder nahe davor. Vorderflügel meist mit 4 Cubitalzellen; wenn nur mit 3, dann fehlt der erste Cubitalquernerv (Abb. 119 d) . . . . 4. **Selandriini**

— Der Basalnerv mündet weit vor dem Ursprung des Cubitus, wenn nicht, dann fehlt der zweite Cubitalnerv 5

5 Vorderflügel mit 3 Cubitalzellen; es fehlt der zweit Cubitalnerv, daher die zweite Cubitalzelle sehr lang und die beiden rücklaufenden Nerven aufnehmend. Lanzettförmige Zelle mit schrägem Quernerv (Abb. 119 e). Färbung schwarz oder schwarz und rot . . . . 5. **Dolerini**

— Vorderflügel mit 4 Cubitalzellen . . . . 6. **Tenthredinini**

1. Nematini

Die Nematinen sind forstlich weitaus die wichtigste Gruppe der Tenthredininen. Es sind fast durchwegs kleine und meist schlanke Tiere: Die Fühler sind stets 9gliedrig, meist schlank und borstenförmig, bei den ♂♂ einiger Arten mit besonderen Auszeichnungen in Gestalt von Fortsätzen. Im Flügelgeäder ist mit ganz wenig Ausnahmen *(Dineura, Hemichroa)* die Radialzelle ungeteilt. Wo sie geteilt ist, münden die beiden rücklaufenden Adern in ein und dieselbe (die zweite) Cubitalzelle. Die Zahl der Cubitalzellen ist in den meisten Fällen vier, doch kann die Zahl durch Verschwinden des einen oder andern Cubitalquernerven reduziert werden. Die lanzettförmige Zelle kann gestielt oder zusammengezogen sein.

Die Larven sind 20füßig. Sie besitzen vorstülpbare Bauchdrüsen, die in der Mitte des Bauches zwischen jedem Bauchfußpaar, mit Ausnahme der Nachschieber liegen. Zweifellos enthalten diese Drüsen das Sekret, das den Larven ihren eigenartigen Geruch verleiht. Letzterer wird dann am intensivsten, wenn die Larve in Schreckstellung geht und dabei die sonst verborgenen Bauchdrüsen hervorstülpt[1]). Die Larven leben sowohl an Nadel- als an Laubholz meist frei an den Blättern. Nur wenige an Weiden und Pappeln vorkommende Arten erzeugen Gallen. Unter den Nadelholztieren können einige forstlich recht schädlich werden.

Die Nematinen (rund 200 mitteleuropäische Arten) sind in eine Reihe Gattungen aufgeteilt, von denen wir hier folgende anführen:

1 Radialzelle geteilt, lanzettförmige Zelle in der Mitte zusammen gezogen, Körper ziemlich plump, langeiförmig. Vorderflügel mit 4 Cubitalzellen. Fußklauen gespalten. Larve an *Alnus* und *Betula* . . . . Hemichroa Steph.

— Radialzelle ungeteilt 2

2 Lanzettzelle in der Mitte zusammengezogen 3

— Lanzettzelle gestielt 6

3 Zweite und dritte Cubitalzelle nehmen je einen rückläufigen Nerv auf . . . 4

[1]) Hartig hielt diese Drüsen fälschlicherweise für „Haftwarzen“.

— Zweite Cubitalzelle mit beiden rücklaufenden Nerven. Fühler dünn, schlank (s. Abb. 177). Larve an *Alnus, Salix* und *Larix* . Platycampus Schdt.

4 Beim ♂ das 3. mit 5., oft auch das 6. und 7. Fühlerglied mit einem geweihförmigen Fortsatz (Abb. 120 a), beim ♀ ohne solchen Fortsatz, dagegen die entsprechenden Glieder schief abgestutzt (Abb. 120b). Die beiden ersten Cubitalzellen oft verschmolzen. Die Larven meist auf Rosaceen. Cladius Ill.

— Fühlerglieder 3—5 ohne geweihartige Fortsätze beim ♂, und nicht schräg abgestutzt beim ♀ 5

a b c d e

Abb. 120. Fühler verschiedener Nematinen: a *Cladius* ♂, b *Cladius* ♀, c *Trichiocampus* ♂, d *Trichiocampus* ♀, e *Priophorus* ♀. Nach Enslin

5 Das 3. Fühlerglied beim ♂ an der Basis mit einem kurzen Fortsatz (Abb. 120 c), beim ♀ gekrümmt, mit scharfer Ecke an der Basis (Abb. 120 d), Fühler des ♀ mit lang abstehender Behaarung. Larven an *Populus, Salix* und *Ulmus*. Trichiocampus Htg.

— Das 3. Fühlerglied beim ♂ ohne Fortsatz an der Basis, beim ♀ nicht gekrümmt, Fühler des ♀ borstenförmig (Abb. 120 e). Larve auf *Rubus, Prunus, Crataegus, Sorbus, Betula* usw. Priophorus Dahlb.

6 Clypeus vorn mehr oder weniger tief ausgeschnitten 7

— Clypeus vorne gerade abgestutzt 13

7 Der 2. Cubitalnerv fehlt; von den 3 Cubitalzellen nimmt die 2. die beiden rücklaufenden Nerven auf. Körper klein, schwarz, gestreckt (s. Abb. 179). Larve lebt an Weiden und erzeugt Gallen an den Trieben, Blattstielen, Knospen usw. Euura Newm. (*Cryptocampus* Htg.)

— Vorderflügel mit 4 Cubitalzellen (selten der erste Cubitalnerv fehlend oder schwach entwickelt) 8

8 Klauen am Ende gespalten . . . . 9[1]

— Klauen mit Subapicalzahn. Stirnfeld meist deutlich begrenzt; Fühler des ♂ meist lang, borstenförmig, die des ♀ oft kurz; Sägescheide meist dick. Larve auf Gräsern, *Salix, Larix* und *Picea* . . . . Pachynematus Knw.

9 Fühler gegen das Ende kaum verdünnt, fast fadenförmig. Körper klein. Larven an Weiden in Blattgallen oder umgeschlagenem Blattrand. Pontania O. Costa

— Fühler borstenförmig, gegen das Ende zu deutlich verdünnt. Larven freilebend 10

10 An den Hinterbeinen das Ende der Tibien und der Metatarsus auffällig verbreitert (s. Abb. 222). Körper ziemlich groß, Hinterleibsmitte bei den europäischen Arten rot. Larve lebt gesellig an *Alnus, Betula* (auch auf *Sorbus, Salix, Corylus* und *Populus*) . . . . Croesus Leach.

— Hintertibien nur schwach verdickt oder normal 11

11 Hintertibien nur schwach verdickt, nicht auffallend breitgedrückt, außen mit Längsfurche. Ziemlich große Arten. Eine unscharf begrenzte Gattung, deren Arten manche Übergänge zu anderen Gattungen haben. Larven an *Salix, Populus, Crataegus* und Lärche. Nematus Panz. Jur. (= *Holcocneme* Knw.)

— Hintertibien normal 12

[1]) Bei der Gattung *Nematus* Panz. Jur. (= *Holcocneme*) können die Klauen gespalten oder mit Subapicalzahn sein (s. dort).

12 Mesonotum meist dicht punktiert, mehr oder weniger matt; Fühler meist kurz und kräftig, schnell gegen das Ende verdünnt. Kopf von vorn gesehen meist dreieckig. Sägescheide dick. Larven meist an *Salix*.
Amauronematus Knw.
— Mesonotum kaum punktiert, glänzend; Fühler lang, borstenförmig, Kopf von vorn gesehen meist ziemlich rund; Sägescheide nicht besonders verdickt. Larven leben auf *Alnus, Betula, Corylus, Populus, Salix, Ulmus*.
Pteronidea Rohwer (= *Pteronus* Knw. nec Jur.)
13 Stirnfeld meist deutlich abgegrenzt; beim ♂ das 8. Rückensegment mit einem nach hinten überragenden Fortsatz. Larve an *Larix, Picea* und einigen Laubhölzern *(Salix)* . . . . Lygaeonematus Knw.
— Stirnfeld meist undeutlich, Sägescheide in der Regel gegen das Ende erweitert. Erster Cubitalnerv oft fehlend. Körper kurz eiförmig. Larve auf Laubhölzern *(Salix, Sorbus, Betula, Tilia)* . . . . Pristiphora Latr.

2. Blennocampini

Die *Blennocampini* sind meist kleine Tiere von eiförmigem Körperbau mit schwarzer, seltener schwarz und gelber oder rotgelber Färbung. Bei sonst verschiedener Ausbildung des Flügelgeäders werden sie durch das gemeinsame Merkmal der gestielten lanzettförmigen Zelle im Vorderflügel zusammengehalten; nur bei der Gattung *Fenusa* Leach ist die lanzettförmige Zelle scheinbar zusammengezogen.

Die Larven sind meist 22füßig; sie leben größtenteils frei an Blättern, einige bohren in Zweigen (von Rosen), andere sind Blattminierer (*Scolioneura* und *Fenusa*). Forstlich haben sie nur eine geringe Bedeutung. Es sind ausschließlich Laubholztiere; einige Arten treten bisweilen in größeren Mengen auf. Von den rund 20 Gattungen seien hier nur genannt: Periclista Knw., Scolioneura Knw., Fenusa Leach., Tomostethus Knw., deren Vertreter an Eiche, Birke und Esche schädlich werden können.

3. Hoplocampini

Die von Konow aufgestellte Tribus ist nach Enslin wenig homogen. Es sind durchwegs kleine Tiere. Gemeinsam haben sie, daß im Vorderflügel 2 Radial- und 4 Cubitalzellen sind, doch ist der erste Cubitalquernerv manchmal obliteriert. Der Basalnerv konvergiert mit dem ersten rücklaufenden Nerven. Die zweite und dritte Cubitalzelle nehmen je einen rücklaufenden Nerven auf. Die lanzettförmige Zelle ist nie gestielt, entweder mit schrägem Quernerven oder in der Mitte kontrahiert. Die Larven haben 20 oder 22 Beine und leben meist im Innern von Pflanzenteilen, nur die *Caliroa*-Larven leben frei an Blättern.

Forstlich nur von geringer Bedeutung: Die Larven der Gattung Caliroa O. Costa, die durch ihre schleimige Umhüllung ein schneckenförmiges Aussehen erhalten, fressen skelettierend an den Blättern von Linde, Eiche, Birke, Weide usw., außerdem an Obstbäumen und Rosen. Und die Larven der verschiedenen Arten von Phyllotoma Fall. sind Blattminierer an Birke, Ahorn, Erle, Weide und Pappel.

Landwirtschaftlich spielt vor allem die Pflaumensägewespe (*Hoplocampa fulvicornis* Kl.) eine bedeutsame Rolle, deren Larve sich in das Innere der jungen Frucht einbohrt und den Kern ausfrißt. Sie gehört zu den schlimmsten Feinden der Pflaumen- und Zwetschgenernten.

4. Selandriini

Die *Selandriini* sind mittelgroße oder kleine Blattwespen von zylindrischem oder eiförmigem Körper. Die Zahl der Fühlerglieder beträgt 9, nur ausnahmsweise 10 oder 11. Der Vorderflügel hat meist 2 Radial- und 4 Cubitalzellen, bei *Allantus* und einigen anderen fehlt jedoch der erste Cubitalnerv. Die lanzettförmige Zelle ist nie gestielt oder zusammengezogen, sondern stets offen, entweder ohne oder mit Quernerv. Im Hinterflügel die Humeralzelle stets geschlossen.

Die Larven haben 22 Beine; ihre Lebensweise ist verschieden, doch leben sie alle frei an Blättern.

Forstlich haben die Selandriinen eine kaum nennenswerte Bedeutung. Zu erwähnen ist nur eine an Farn lebende Art der Gattung Stron-

gylogaster Dahlb. (als täuschendes Forstinsekt), ferner einige auf Erlen fressende Arten der Gattung Eriocampa Htg., und Arten der Gattungen Leucempria Ensl. und Allantus Panz. an Eiche und Birke.

Landwirtschaftlich ist als besonderer Schädling die Rübenblattwespe, *Athalia colibri* Christ. zu erwähnen.

5. Dolerini

Die *Dolerini* sind forstlich ohne jede Bedeutung und können hier übergangen werden.

6. Tenthredinini

Die *Tenthredinini* sind große bis mittelgroße Tiere von oft lebhafter Färbung. Die Larven sind 22füßig; sie leben, oft polyphag, frei an den Blättern. Forstlich ist nur eine Art beachtenswert, der Gattung Macrophya Dhlb. angehörend.

Die forstlich wichtigen Arten

Aus praktischen Gründen nehmen wir die Besprechung der für uns in Betracht kommenden Arten nach folgenden Gesichtspunkten vor:

A. Larven leben an Nadelholz (S. 136)
  1. An Fichte (S. 136)
  2. An Lärche (S. 178)[1]

B. Larven leben an Laubholz (S. 196)
  1. An Weiden und Pappeln (S. 196)
  2. An Eiche (S. 209)
  3. An Birke (S. 214)
  4. An Erle (S. 219)
  5. An anderen Laubhölzern (Esche, Ulme, Ahorn, Linde u. a.) (S. 225)
  6. An Farn (Larve geht zur Verpuppung in Kiefernrinde (S. 228)

Die Larven leben teils frei auf den Blättern, teils in Gallen, teils in Minen.

A. Die Larven leben an Nadelholz

Von den Nadelhölzern werden Fichte und Lärche[1]) befallen, und zwar erstere von 10, letztere von 7 verschiedenen Arten. Sämtliche Arten gehören den Nematini an.

1. An Fichte (*Picea excelsa*)

Folgende Arten sind bis jetzt an Fichte festgestellt worden:

Pachynematus nigriceps Htg.
— *montanus* Zadd.
— *scutellatus* Htg.
Lygaeonematus abietinus Chr.
— *stecki* Nägeli
— *saxeseni* Htg.

---

[1]) Bisweilen findet man auch in der Borke der Kiefer in selbstgenagten Gängen Blattwespenlarven. Es sind dies die Larven von *Strongylogaster lineata*, die sich von Farnkraut ernähren und sich lediglich zur Verpuppung in die Rinde einbohren, ohne schädlich zu werden (s. unten S. 229).

Lygaeonematus compressus Htg.
— *robustus* Knw.
— *ambiguus* Fall.
— *subarcticus* Forssl.

Es sind namentlich von Hartig, Konow und Borries noch verschiedene andere Arten aufgestellt worden, die aber im Laufe der Zeit wieder zu bloßen Varietäten der obengenannten Spezies herabsanken. Alle die hier genannten Arten weisen eine gewisse Ähnlichkeit auf, und es ist nicht immer leicht dieselben auseinanderzuhalten, zumal die Larven der einzelnen Arten zum Teil heute noch nicht sicher voneinander zu unterscheiden sind.

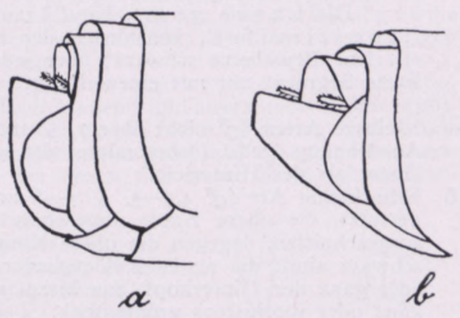


Abb. 121. Hinterleibsende (♀) von der Seite von a *Pachynematus montanus* Zadd., b *Pachynematus scutellatus* Htg. Nach Enslin

Systematische Übersicht über die Fichten-Nematinen

1 Clypeus vorn ausgerandet. Klauen mit Subapicalzahn (Pachynematus 2
— Clypeus abgestutzt, Klauen mit Subapicalzahl oder gespalten (Lygaeonematus) . . . 4

2 Kopf samt den Fühlern schwarz, Vorderrand des flach ausgerandeten Clypeus, die Oberlippe und die Basis der Mandibeln gelb. Thorax rötlich gelb, mit spärlicher schwarzer Zeichnung. Hinterleib gelb, höchstens das erste Rückensegment schwarz.

Die gelblichweiße Larve ist nach Baer dadurch von allen anderen *Nematus*-Larven ausgezeichnet, daß beim erwachsenen Stadium die Bauchfüße stark rudimentär sind, ja fast völlig fehlen.

Pachynematus nigriceps Htg.

— Grundfarbe wenigstens des Vorderkopfes gelb, manchmal der Hinterkopf und ein Stirnscheitelfleck schwarz 3

3 Kopf, Thorax und Hinterleibsrücken mit ausgedehnten schwarzen Zeichnungen. Färbung hell bräunlich-gelb; schwarz sind: die Fühler, ein großer Stirn-Scheitelfleck, der Hinterkopf, drei Striemen des Mesonotums, zwei rundliche Flecke vor der Basis des Schildchens, die Spitze des letzteren und der Schildanhang. Am Hinterleibsrücken die ersten sechs bis sieben Segmente mit breiten schwarzen Binden. Sägescheide von der Seite gesehen sehr wenig hervorragend, auffallend hoch (Abb. 121 a).

Die Larve einfarbig dunkelgrün, nur das Rückengefäß scheint dunkler durch, die seitlichen Tracheenstämme heller. Kopf wachsartig matt, hellrötlichbraun, nur die Stirn und die Mundteile dunkler und glänzend.

Pachynematus montanus Zadd.

— Färbung lebend grünlich, getrocknet schmutzig gelb bis bräunlich. Die schwarze Zeichnung ist weniger ausgedehnt als bei der vorigen Art, der Schildchenanhang bleibt in der Regel gelb. Am Hinterrücken eine Doppelreihe schwarzer Flecken (manchmal zu Binden vereinigt), oft nur auf den beiden ersten Segmenten. Sägescheide von der Seite gesehen ziemlich weit vorragend, von gewöhnlicher Form (Abb. 121 b).

Die Larve hellgrün mit fünf dunkelgrünen Längsstreifen, von denen einer entlang der Mittellinie läuft, nach hinten zu sich aber allmählich verliert, während die anderen an den Seiten liegen. Aftersegment oben dunkelgrün. Kopf grün mit dunklen Mundteilen und schwarzen Augenfeldern und 3 undeutlichen schwärzlichen Striemen.

Pachynematus scutellatus Htg.

4 Beim ♀ der Hinterleib gegen das Ende seitlich messerförmig zusammengedrückt, Sägescheide von der Seite am Ende abgestutzt (Abb. 122 a). Beim ♂ der Eindruck auf dem 8. Rückensegment vorne gerundet. Bauchseite stets ganz bleich 5

— Beim ♀ die Hinterleibsspitze nicht seitlich zusammengedrückt, Sägescheide von der Seite gerundet (Abb. 122 c). Beim ♂ der Eindruck des 8. Rückensegmentes vorne spitzwinkelig oder ausnahmsweise gerundet, die Bauchseite des Hinterleibs schwarz 8

5 Sehr große Art (♂ 8,5, ♀ 11 mm). ♀ der Körper ganz schwarz, nur die Oberlippe, die Kniee und an den Vorderbeinen die Tibien und Tarsen bräunlich. ♂ Grundfarbe gelb, mit schwarzer Zeichnung am Kopf, Meso- und Metanotum; Hinterleibsrücken ganz schwarz.

Die Larve grün, Kopf braunschwarz. Körper mit 3 schwarzen Längsstreifen, von denen der mittlere halb so breit ist als die Seitenstreifen. Brustbeine schwarz; über jedem Bauchfuß 2 schwarze Punkte, das vorletzte Segment nur mit einem Punkt und das letzte ohne Punkt.

Lygaeonematus robustus Knw.

— Kleinere Arten (♂ nicht über 7, ♀ nicht über 8 mm), Körper des ♀ in größerer Ausdehnung gelb, insbesondere der ganze Bauch. Fühler des ♂ nur wenig länger als der Hinterleib.

6 Sehr kleine Art (♂ 4,5—5, ♀ 5—6 mm) Sägescheide von der Seite gesehen abgestutzt, die obere Kante abgeschrägt (Abb. 122 a), von oben am Ende nicht ausgeschnitten, dagegen die obere Kante muldenförmig vertieft. Männchen gelb; schwarz sind: die ersten Fühlerglieder, ein großer Stirn-Scheitel-Fleck, teilweise oder ganz der Hinterkopf, das Meso- und Metanotum und der Hinterleibsrücken ganz oder wenigstens größtenteils; ♀ im allgemeinen dunkler gefärbt, manchmal schwarz und nur die Mundteile, das Pronotum, die Tegula und der Bauch gelb. Die Färbung kann mehr oder weniger variieren.

Larve hellgrün, genau von derselben Farbe wie die junge Fichtennadel, Augenfelder schwarz. Kopf stets etwas heller als der übrige Körper und spielt meist ins Gelbliche. Das Rückengefäß scheint stets dunkler und scharf begrenzt durch Tracheen als feine weiße Linien erkennbar. Stigmen bräunlich [1]).

Lygaeonematus abietum Htg. (= *pini* Retz.)

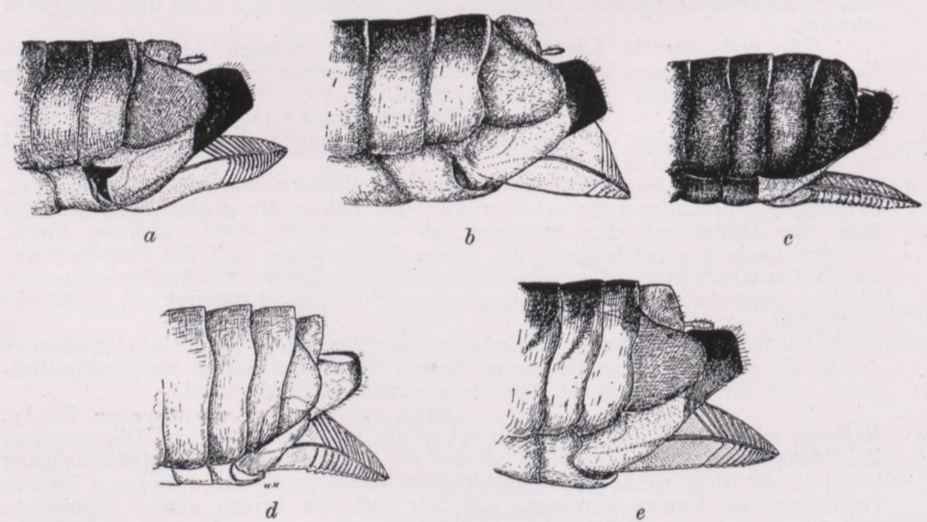


Abb. 122. Heinterleibsende der ♀♀ von a *Lygaeonematus abietum* Htg., b *L. saxeseni* Htg., c *L. ambiguus* Fall., d *L. stecki* Nägeli, e *L. compressus* Htg. Nach Nägeli. — Die Sägescheide wie auch die Säge weisen bei den verschiedenen Arten charakteristische Formen auf. Da in den meisten Fällen die Form der Sägescheide zur Erkennung genügt, so ist die Form und Bezahnung der Säge in der Bestimmungstabelle meist nicht berücksichtigt, zumal die Feststellung der letzten eine mikroskopische Untersuchung notwendig macht

[1]) Die von Enslin übernommene Brischkesche Beschreibung der Larve bezieht sich nicht auf *abietum* Htg., sondern auf die Larve von *Lygaeonematus compressus* Htg. (s. unten).

— Größere Arten (♂ 5,5—6,5 mm, ♀ 6—8 mm). Fühler des ♂ viel länger als der Hinterleib 7

7 Sägescheide des ♀ von oben gesehen zum Ende zugespitzt (Abb. 123 a), von der Seite gesehen sehr breit, abgestutzt (Abb. 122 b). Färbung bräunlich-gelb; schwarz sind ein größerer oder kleinerer Stirn-Scheitelfleck, der größte Teil des Hinterkopfs, sowie eine Strieme des Hinterleibsrückens (die zuweilen stark ausdehnen kann).

L a r v e (ausgewachsen) hellgrün, mit starkem Glanz, Kopf dunkler, bräunlich- oder gelblich-grün. Bei den meisten Exemplaren ist eine d u n k e l g r ü n e L ä n g s s t r e i f u n g des ganzen Körpers vorhanden (3 Streifen). Im übrigen ist die Färbung sehr variabel. 5,5—7,5 mm.

L y g a e o n e m a t u s s a x e s e n i H t g.

— Sägescheide des ♀ von oben gesehen am Ende klaffend und ausgerandet (Abb. 123 b), von der Seite gesehen der von *abietum* ähnlich (Abb. 122 e). Färbung ähnlich wie bei der vorigen, doch ist der Hinterleibsrücken stets ganz oder fast ganz schwarz. Auch kommen dunkle Exemplare vor, bei denen der ganze Kopf schwarz ist. 6—7 mm.

L a r v e hellgrün, Augenfelder schwarz, auf jedem Segment zwei schwarze, schräg übereinanderstehende Fleckchen, die kurze Härchen tragen, außerdem trägt jeder Bauchfuß an der Außenseite einen schwarzen Fleck, weiter oben stehen 3 schwarze Punkte im Dreieck und über diesen 4 kleinere fast im Quadrat[1]).

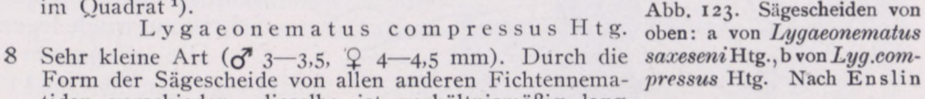


Abb. 123. Sägescheiden von oben: a von *Lygaeonematus saxeseni* Htg., b von *Lyg. compressus* Htg. Nach E n s l i n

L y g a e o n e m a t u s c o m p r e s s u s H t g.

8 Sehr kleine Art (♂ 3—3,5, ♀ 4—4,5 mm). Durch die Form der Sägescheide von allen anderen Fichtennematiden verschieden, dieselbe ist verhältnismäßig lang und hinten abgerundet (Abb. 122 c). Auch die Säge selbst ist charakteristisch: lang, dolchförmig und stark chitinisiert. Färbung stark variabel; bei der Nominatform Körper schwarz, nur Mundteile, Pronotumecken, Tegula und beim ♀ der After, beim ♂ die Genitalplatte gelb.

Die ausgewachsene L a r v e (nach N ä g e l i) graugrün bis weißlich-grün; Kopf grauschwarz bis graugrün, immer auffallend dunkler als der übrige Körper, im Verhältnis zum ganzen Körper sehr klein, nach unten verjüngt (viel stärker als bei abietum) . . . . L y g a e o n e m a t u s a m b i g u u s F a l l.

— Größere Art (♂ 5, ♀ 6—7 mm). Legescheide von der Seite abgestutzt, mit stark gerundeter unterer Kante (Abb. 122 d), von oben gesehen gegen das Ende wenig verschmälert, hinten gerade abgestutzt bis leicht ausgeschnitten, rund drei- bis viermal so dick wie die Cerci. Grundfarbe (♀) gelb; schwarz sind: ein ausgedehnter Stirn-Scheitelfleck, der Hinterrand des Kopfes, Teile des Mesonotums, das Schildchen, Hinterschildchen und das ganze Metanotum und Säume bzw. Flecke auf den 1—5 Abdominalsegmenten.

Die L a r v e (ausgewachsen) hat eine weißlich-grüne allgemeine Körperfarbe; Kopf grauschwarz gescheckt. Schwarz sind auch die Brustfüße und der vordere äußere Teil der Bauchfüße mit Ausnahme der Nachschieber. Auf den Seitenfalten der Segmente je 2 große schwarze schräg übereinander liegende Flecken, die in Größe und Anordnung je nach den Segmenten verschieden sind. Eine weitere Reihe von schwarzen Flecken verläuft auf der Höhe der Stigmenlinie. Aftersegment an der Spitze intensiv geschwärzt.

L y g a e o n e m a t u s s t e c k i N ä g e l i

Bionomie, Ökologie und forstliches Verhalten der Fichtennematiden

Forstlich weitaus die wichtigste Art für unser Faunengebiet ist L y g a e o n e m a t u s a b i e t u m Htg., die zu unseren schlimmsten Fichtenschädlingen nach der Nonne gehört, und die hier eine ausführliche Behandlung erfahren soll. Die übrigen der oben genannten Arten treten an

[1]) B r i s c h k e (1883) hat irrtümlicherweise diese Larve auf *Lygaeonematus abietum* Htg. bezogen (s. N ä g e l i S. 269).

Bedeutung für den Forstmann, wenigstens bei uns, stark zurück; sie werden dementsprechend auch nur kurz behandelt werden.

Lygaeonematus abietum Htg. [1])

Syn.: *Nematus pini* Retz. [2])
Nematus abietinus Christ.

Kleine Fichtenblattwespe

Die „kleine Fichtenblattwespe" hat in jüngster Zeit eine ausgezeichnete monographische Darstellung erfahren von dem Schweizer Werner Nägeli, der die früheren Forschungen mit seinen eigenen zu einem einheitlichen anschaulichen Bild vereinigte. Wir werden den folgenden Ausführungen hauptsächlich diese Schrift zugrunde legen.

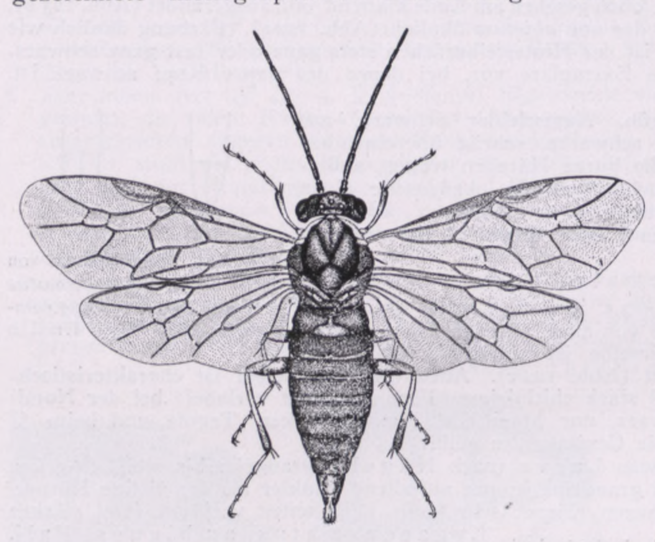


Abb. 124. Weibchen von *Lygaeonematus abietum* Htg. (7 mal) Nach Nägeli

Die anatomischen Verhältnisse sind nach den Angaben Nägelis bei Imago und Larve ganz ähnliche, wie wir sie oben für die Diprionen angegeben haben. Bei der Imago trifft dies vor allem auch für den Bau der weiblichen Geschlechtsorgane zu. Auch bei *Nematus* ist wie bei *Diprion* die Zahl der Eiröhren stark schwankend, selbst bei ein und demselben ♀ kann die Zahl im linken und rechten Ovarium verschieden sein; so enthält (bei *Lygaeonematus abietum* Htg.) das eine Ovarium häufig 7, das andere 9 Eiröhren. Vor der Eiablage befinden sich in jeder

---

[1]) Beschreibung siehe oben S. 138.

[2]) Über die Nomenklatur schreibt Nägeli (1935): Die Nomenklatur von *Lygaeonematus pini* Retz. hat verschiedene Wandlungen durchgemacht. Während Georg Ludwig und Theodor Hartig (1836) in ihrem „Forstlichen Conversationslexikon" das Insekt noch unter dem Linnéschen Gattungsnamen *Tenthredo* als *T. abietum* aufführen, verwendete der letztere bereits 1837 in seiner „Naturgeschichte der Aderflügler Deutschlands" den von Jurine aufgestellten Gattungsnamen *Nematus*. Da Th. Hartig zudem die erste ausführliche Beschreibung der kleinen Fichtenblattwespe lieferte, behandelte die gesamte ältere Forstentomologie dieselbe unter dem Namen „*Nematus abietum* Htg.". Erst als eine gründliche Bearbeitung der Nematiden durch Konow einsetzte, wurde die Entstehung von Synonymen unvermeidlich; 1890 schuf letzterer die Gattung *Lygaeonematus* und in seinem im gleichen Jahre erschienenen „Catalogus Tenthredinarum Europae" figuriert unsere Fichtenblattwespe bereits als *Lygaeonematus pini* Retz. Konow spricht damit die Priorität A. J. Retzius zu, welcher schon 1783 das in Frage stehende Insekt be-

Eiröhre (bei der genannten Art) ein bis zwei legereife Eier; durch Nachreifen kann die Zahl schließlich den doppelten bis $2^1/_2$fachen Betrag erreichen. In den unpaaren Eileiter mündet die Samentasche und die große Kittblase mit den zwei Kittdrüsen. Letztere sind wesentlich kleiner als bei *Diprion;* spielt doch auch das Kittsekret bei der Eiablage der Diprionen eine besonders große Rolle.

Von dem Bau der Larve ist hervorzuheben die Assymetrie der Mandibeln (während die Oberlippe völlig symmetrisch ist im Gegensatz zu Diprion). Auch weicht die Bezahnung der Mandibeln im letzten Stadium nicht wesentlich von der der vorhergehenden Stadien ab (wie dies bei *Diprion* der Fall ist), da bei *Nematus* auch das letzte Stadium (Einspinnstadium) im Gegensatz zu *Diprion* noch eine Zeitlang frißt.

Bionomie

Die Generation ist in der Regel einjährig, kann aber durch Überliegen der Eonymphe auf mehrere (bis 6) Jahre hinausgezogen werden. Hiervon fallen auf die Fraßzeit nur 15--20 Tage. Im einzelnen gelten folgende Entwicklungszeiten:

Schwärmen und Eiablage: Ende April bis zu den ersten Tagen des Juni,

Entwicklung des Eies: 3 bis 5 Tage,

Entwicklung der Larve bis zum Einspinnen: 15—20 Tage,

Kokon (Eonymphe, Pronymphe und Puppe): 9—10 Monate, davon fallen rund 14 Tage auf die Puppe.

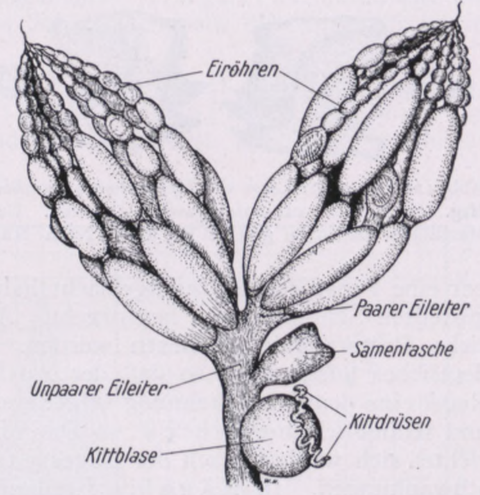


Abb. 125. Weibliche Geschlechtsorgane von *Lygaeonematus abietum* Htg. vor der Eiablage (20mal). Nach Nägeli

Das Schlüpfen der Wespe geht folgendermaßen vor sich: Nachdem die Imago im Kokon (im Erdboden) sich aus der Puppenhaut befreit und zur völligen Erstarrung des Chitinskelettes und Glättung der Flügel noch eine Zeitlang dort ver-

---

schrieb. — Die Priorität wurde übrigens auch für I. L. Christ in Anspruch genommen, welcher 1791 einen *„Tenthredo abietina"* beschrieb: „Die Afterraupe, welche im Mai auf Tannen frißt, hat 20 Füße. Sie ist dunkelgrün und sehr runzelig. Sie geht im Juni in die Erde und im folgenden Jahr als Blattwespe hervor. An den Tannen tut die Larve großen Schaden."

Ich kann mich nicht entschließen, in einem forstentomologischen Werk, eine Blattwespenart, die ein ausgesprochenes Fichteninsekt ist, als „pini" zu bezeichnen. Ich behalte den Hartigschen Namen *abietum* bei, da von Th. Hartig die erste ausführliche exakte Beschreibung gegeben wurde.

Der Name „Kleine Fichtenblattwespe" stammt von Ratzeburg, welcher ihn allerdings für einen ganzen Komplex verwandter Arten gebraucht, im Gegensatz zu den „großen Fichtenblattwespen", unter welchen er die *Lyda- (Cephaleia-)* Arten verstand. Heute bezeichnet man als „kleine Fichtenblattwespe" ausschließlich *Lygaeonematus abietum* Htg.

harrt hat, schneidet sie zum Ausschlüpfen mit den Mandibeln am Kopfende einen runden Deckel aus dem Kokon heraus. Die Ränder sind sehr scharf begrenzt, wobei mehrere Spitzen durch Kreisbögen miteinander verbunden sind. Nach dem Verlassen des Kokons muß sich die Wespe durch eine mehr oder weniger dicke Erdschicht durcharbeiten, was in der Regel nur dann gelingt, wenn der Boden trocken ist. Denn bei nassem Boden bleiben die zarten Flügel an den feuchten Partikeln kleben, aus diesem Grund warten die Wespen das Ende etwaiger Regenperioden meist noch im Kokon ab.

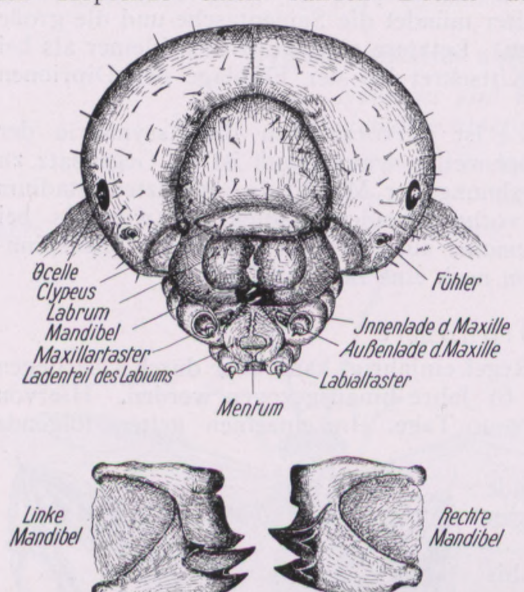


Abb. 126. Kopf der Larve von *Lygaeonematus abietum* Htg. Oben: von vorn-unten gesehen (36 mal). Unten: Mandibeln von innen gesehen (55 mal). Nach Nägeli

Der Zeitpunkt des Ausschlüpfens wird von der Temperatur deutlich beeinflußt. Durch Einwirkung erhöhter Temperaturen kann der Schlüpftermin wesentlich vorverlegt werden, vorausgesetzt, daß die Puppen vorher eine Frostperiode durchgemacht haben, wie aus den in Abb. 127 dargestellten Schlüpfkurven hervorgeht. Aus ihnen kann außerdem eine deutliche Proterandrie abgelesen werden. Im Wald ist letztere meist noch deutlicher ausgeprägt, so daß der Ausflug der beiden Geschlechter in der Regel eine deutliche Trennung zeigt: zuerst fast nur ♂♂, dann ♂♂ und ♀♀ und schließlich nur noch ♀♀. — Der Moment des Ausschlüpfens richtet sich weniger nach der Tageszeit als nach den täglichen Temperaturschwankungen. In Nägelis Freilandzuchten schlüpften nur 6 % in der Nacht, 58 % am Vormittag und 36 % am Nachmittag.

Das Schwärmen findet von Ende April bis Mitte Mai statt, kann aber durch Witterungsverhältnisse mehr oder weniger verschoben werden. Bei Massenvermehrungen ist am Kulminationspunkt des Schwärmens „der ganze Luftraum wie bei einem feinflockigen Schneegestöber dicht mit diesen leuchtenden Punkten durchsetzt“ (gesehen mit der Sonne im Rücken). „Bei sonnigem warmen Wetter beginnt der Flug in der Regel gegen 9 Uhr, erreicht zwischen 11 und 12 Uhr sein Maximum und nimmt dann bis gegen 16 Uhr an Intensität wieder allmählich ab. Vorübergehende stärkere Bewölkung bewirkt augenblicklich eine starke Verminderung des Ausflugs.“ Die einzelnen Individuen erheben sich zunächst in schiefer Richtung bis etwa 4 m vom Boden, fliegen dann in dieser Höhe einer besonnten Lücke zu, um dann im Steilflug den Altholzgipfeln zuzustreben. Der Flug ist ziemlich langsam, geradlinig und ruhig, jedoch nicht schwerfällig. Die ♂♂ kann man im Flug daran erkennen, daß sie die Hinterbeine stärker hängen lassen

als die ♀♀. Um die Mittagszeit herum und in den ersten Nachmittagsstunden ist das Schwärmen um die Altholzgipfel am intensivsten und schon mit unbewaffnetem Auge erkennbar. An sonnig gelegenen Bestandsrändern mit tief herabreichenden Kronen werden selbst die untersten, oft in Augenhöhe gelegenen Äste heftig umschwärmt. In Jungwüchsen dagegen findet in der Regel kein eigentliches Schwärmen statt; dieselben werden vielmehr nur von ♀♀ zur Eiablage aufgesucht, während die ♂♂ daselbst nur vereinzelt anzutreffen sind [1]).

Die Lebensdauer der ♂♂ ist kürzer als die der ♀♀; letztere konnten im Laboratorium 12—14 Tage (Max. 19) am Leben gehalten werden, während die ♂♂ selten länger als 9 Tage lebten. Dieser Umstand kann insofern eine Bedeutung erlangen, als bei der Proterandrie durch ungünstige Witterungsverhältnisse alle ♂♂ vernichtet werden können, bevor die Hauptmasse der ♀♀ erschienen ist.

Die Kopula ist bis jetzt nur einmal beobachtet worden, und zwar von Nägeli, der ein kopulierendes Pärchen niedrig fliegend an einem Waldrand gefangen hat; das ♂ mit dem Rücken gleichfalls nach oben orientiert, wurde vom ♀ einfach nachgezogen. Nägeli vermutet, daß die Kopula möglicherweise während des Schwärmens um die Altholzgipfel in der Luft stattfindet.

Wie bei den meisten Blattwespen kommt auch bei *Lygaeonematus abietum* Htg. parthenogenetische Fortpflanzung vor, was Nägeli durch Versuche einwandfrei festgestellt hat. Die partheno-

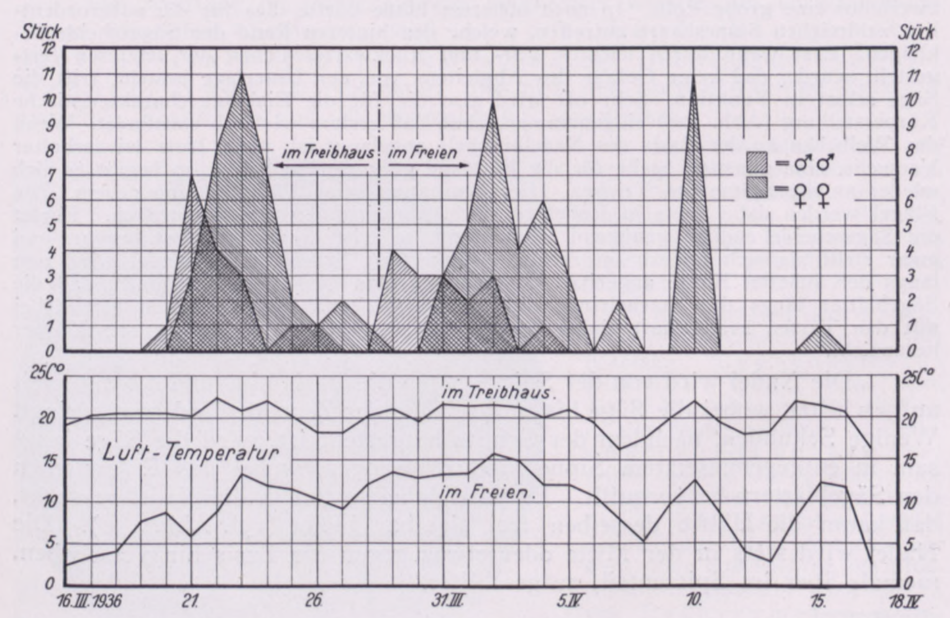


Abb. 127. Einfluß der Temperatur auf das Ausschlüpfen der Imagines von *Lyg. abietum* Htg. Nach Nägeli

---

[1]) Über etwaige Verwechslungen mit dem Schwärmen von *Pachynematus scutellatus* Htg. s. unten S. 177.

genetisch gelegten Eier ergaben sämtlich ♂♂, so daß also Arrhenotokie vorliegt [1]).

Andererseits erhielt Nägeli aus sicher befruchteten ♀♀ nur ♀♀. Ob dies als Regel anzusehen ist, diese Frage wurde vorerst noch offen gelassen.

Die Eiablage findet unter normalen Verhältnissen in der Zeit von Anfang Mai (etwa 10. Mai) bis zu den ersten Tagen des Juni statt. Vorbedingung für das Zustandekommen der Eiablage ist der Zustand der jungen Fichtentriebe: Die Knospe muß von den Knospenschuppen völlig frei sein und andererseits müssen die einzelnen Nadeln noch eine kompakte Einheit bilden, dürfen also noch nicht spreizen. An solchen Trieben können die ♀♀ bei windstillem, warmem sonnigem Wetter beim Legegeschäft beobachtet werden, und zwar am häufigsten um die Mittagszeit herum; vor 10 Uhr und nach 16 Uhr findet die Eiablage in der Regel nur vereinzelt statt.

„Das ♀ geht beim Aufsuchen der richtigen Stelle sehr kritisch vor. Nicht ganz zusagende Triebe werden nach eingehender Untersuchung mit den Fühlern bald wieder verlassen. Hat das ♀ ein passendes Nadelbüschel gefunden, so begibt es sich zunächst an dessen Spitze und beginnt von hier aus gegen die Basis fortschreitend mit senkrecht nach unten gebogenem Hinterleib eine geeignete Stelle für die Eiablage zu suchen. Hierfür kommen stets nur im Innern des Büschels gelegene Nadeln in Frage. Vorerst werden die Nadeln mit der Sägescheide abgetastet, die so weit in das Innere des Triebes vorgestoßen wird, bis sie einen gewissen Widerstand findet. Bei diesem Abtasten spielen die Cerci, welche dabei leicht seitlich gespreizt werden, zweifellos eine große Rolle. In noch höherem Maße dürfte dies für die außerordentlich zahlreichen Sinneshaare zutreffen, welche den hinteren Rand der Sägescheide bekleiden. Erst wenn durch leichtes Vor- und Rückwärtsschieben der letzteren festgestellt wurde, daß keine Gefahr des Abgleitens von der Unterlage besteht, tritt die Säge selbst in Funktion. Sehr oft wird also die für die Eiablage charakteristische Körperstellung (Abb. 128) eingenommen, ohne daß erstere wirklich stattfindet. Wenn das Weibchen an der Basis des Nadelbüschels angelangt ist, ohne, trotz wiederholter Versuche, eine günstige Stelle für die Eiablage gefunden zu haben, so begibt es sich wieder an die Spitze des Triebes. Hier beginnt es seine Tätigkeit von neuem. Die Flügel werden dabei stets in Ruhelage, d. h. übereinander gelegt, getragen. Findet die Sägescheide endlich genügend Widerstand, so tritt die Säge selbst hervor, und zwar stellt sie sich nahezu im rechten Winkel zur Scheide. Die Nadel wird nun längs der äußeren Kante angeritzt. Dabei kann man deutlich wahrnehmen, daß die Sägeblätter längs der Stachelrinne hin- und hergleiten. Das Weibchen hält dabei mit den Tarsen krampfhaft einige Nadeln umfaßt, welche es ganz an den Körper heranzieht."

„Die Nadel wird von der Spitze gegen die Basis hin rund 0,9 mm weit aufgeschlitzt, wobei die Säge bis in die Nähe des Zentralzylinders eindringt. Wenige Sekunden, nachdem der Schlitz hergestellt ist, wird die Säge langsam in entgegengesetztem Sinne hindurchgezogen, wobei das Ei zwischen den Sägeblättern hervorquillt. Es wird dabei so tief in die Nadel versenkt, daß kaum die Hälfte desselben frei sichtbar bleibt (vgl. Abb. 130). Die Nadel wird stets in der Mitte oder etwas gegen die Basis hin verschoben, niemals aber im Spitzenteil, aufgeschlitzt."

---

[1]) Diese Erscheinung kann dann eine nicht geringe Bedeutung erlangen, wenn die ♂♂ infolge ungünstiger Witterung zugrunde gegangen sind, bevor die ♀♀ erschienen sind, so daß viele der letzteren nicht zur Begattung gelangen. Durch die Möglichkeit der parthenogenetischen Fortpflanzung kann dieses Manko für das folgende Jahr ausgeglichen werden.

Die Dauer des Legeaktes nimmt nach Nägelis Beobachtungen 1—4 Minuten in Anspruch. In der Regel werden je Trieb nur 6 Eier abgelegt, und zwar stets nur ein Ei je Nadel (als Maximum fand Nägeli 39 Eier in einem Nadelbüschel). Die gesamte Eiproduktion nimmt Nägeli mit rund 100 Stück an.



Abb. 128. Weibchen von *Lyg. abietum* Htg. bei der Eiablage (5 mal). Nach Nägeli

Besonders bevorzugt zur Eiablage werden, da die Wespen ungemein licht- und wärmeliebend sind, sonnenseitig gelegene und windgeschützte Orte, wie Südränder, besonnte Kulturen im Innern von Altholzbeständen usw. So werden auch dominierende Stämme, deren Krone zum Teil frei über die anderen emporragt, weit stärker mit Eiern belegt, als unterdrückte Bäume, die meist mehr oder weniger verschont bleiben.

Des weiteren ist immer wieder beobachtet worden, an verschiedenen Orten (Naunhof, Schweiz), daß spättreibende Fichten bedeutend stärker befallen werden als frühtreibende (Jaehn, Mehner, Nägeli). Es hängt dies mit der oben erwähnten Relation zwischen Eiablagen und Knospenzustand zusammen.

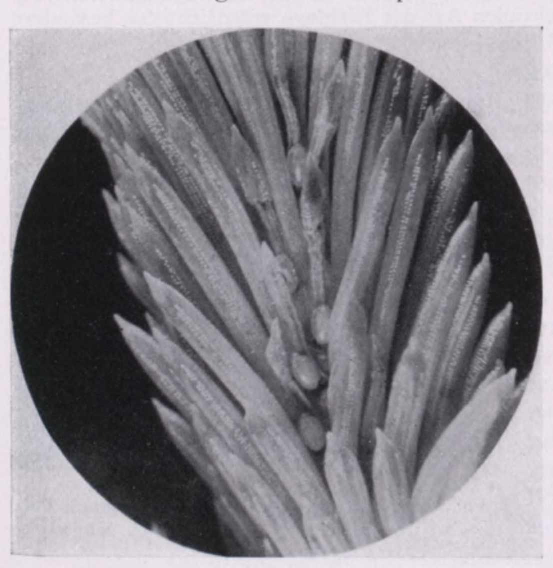


Abb. 129. Fichtentrieb mit Eiern von *Lyg. abietum* Htg. (5 mal). Nach Nägeli

Im Anschluß an die Eiablage von *L. abietum* sei, um vor Verwechslungen zu bewahren, die Art der Eiablage einiger anderer Fichtennematiden gleich hier geschildert (nach Nägeli).

Am nächsten dem *L. abietum* steht bezüglich der Art der Eiablage Lygaeonematus saxeseni Htg., doch wird das Ei hier nicht wie bei *abietum* in die Nadel teilweise versenkt, sondern es liegt nahezu frei (Abb. 130 b). Das ♀ schlitzt die Nadel nur auf eine ganz kurze Strecke (rund 0,5 mm) auf, so daß das Ei nur leicht festgeklemmt wird. Rein äußerlich an die Fichtennadeln angeklebt wird das Ei von Pachynematus montanus Zadd. Das andere Extrem bietet Pachynematus scutellatus Htg. dar, dessen Ei fast völlig in die Nadel versenkt wird, so daß nur noch ein schmaler Streifen desselben zu

sehen ist (Abb. 130 c). Zwischen den beiden Extremen steht Lyg. stecki Nägeli, dessen Ei etwa zur Hälfte in die Nadel versenkt wird; außerdem ist bei dieser Art der Sitz der Eiablage nicht, wie bei den vorigen Arten, im Nadelbüschel verborgen, sondern stets unmittelbar hinter der Nadelspitze.

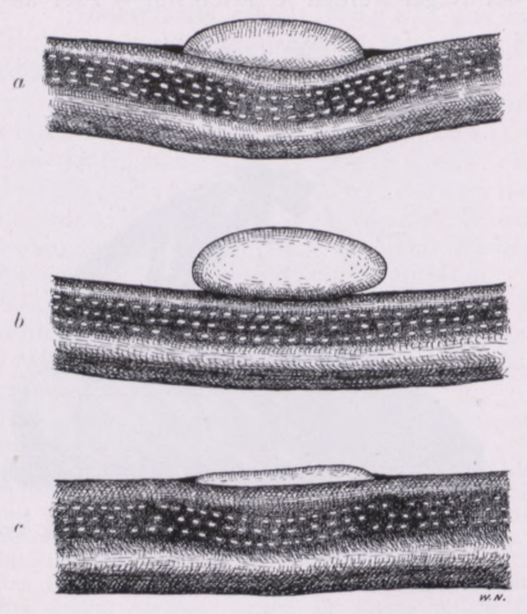


Abb. 130. Fichtennadeln mit Eiern a von *Lyg. abietum* Htg., b von *Lyg. saxeseni* Htg., c von *Pachynem. scutellatus* Htg. (25 mal). Nach Nägeli

Völlig abweichend von diesen Arten verhält sich bezüglich der Eiablage Lygaeonematus ambiguus Fall (= *Nematus parvus* Htg.). Entsprechend der früheren Schwärmzeit belegt das ♀ noch völlig geschlossene Knospen; allerdings müssen dieselben schon stark angeschwollen sein. Die Säge wird senkrecht aufgesetzt und langsam in das Substrat hineingetrieben, wobei grüne Nadelspäne aus der Einstichöffnung austreten. Die Eier werden in den meisten Fällen frei zwischen den Nadeln abgelegt, wenn auch deutlich die Tendenz besteht, Eitaschen in die Nadeln zu schlitzen, was auch hier und da gelingt. Eine absichtliche Verletzung der Gemmula, wie sie von Hartig erwähnt wird[1]), konnte von Nägeli nicht beobachtet werden, dagegen werden meist eine größere Anzahl von Nadeln angeschnitten, welche vertrocknen, so daß inmitten des grünen Büschels größere und kleinere gebräunte Partien entstehen. Der Legeakt dauert im Gegensatz zu den verwandten Arten bis zu einer halben Stunde. Der abweichenden Art der Eiablage entspricht der besondere Bau des Sägeapparates (s. Abb. 122 c).

Die Eientwicklung nimmt rund 3—5 Tage in Anspruch (die Angabe Baers von einer 6stündigen Eientwicklungsdauer beruht wohl auf einem Irrtum). Das frisch abgelegte Ei ist glasig durchscheinend und fast völlig farblos. Mit der fortschreitenden Entwicklung geht es verschiedene Veränderungen ein, die sich sowohl auf die Färbung als auch auf die Form und Größe beziehen. Schon am zweiten Tag tritt eine milchige Trübung des Eiinhaltes ein, die zuerst gleichmäßig verteilt sich später

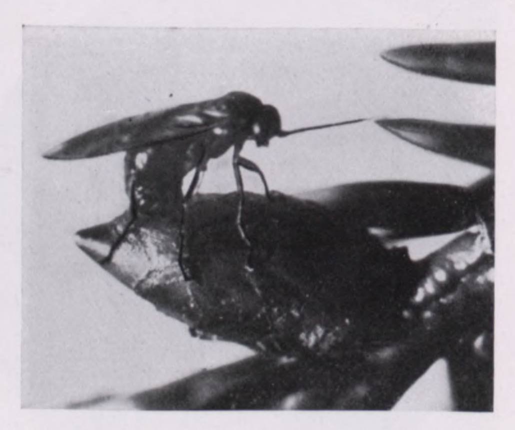


Abb. 131. Weibchen von *Lyg. ambiguus* Fall. bei der Eiablage ($3^1/_2$ mal). Nach Nägeli

[1]) Hartig glaubte die von ihm beobachtete Eiablage auf *Lygaeonematus abietum* Htg. beziehen zu sollen, doch macht Baer (1903) wahrscheinlich, daß er die Eiablage von *Lygaeonematus ambiguus* Fall. vor sich gehabt hat.

auf die Mitte des Eies konzentriert; häufig nimmt das ganze Ei einen gelblichen Ton an. Etwa einen Tag vor dem Ausschlüpfen beginnen die Ocellen des Eilärvchens als dunkle Punkte durchzuschimmern. Gleichzeitig mit der Färbungsänderung vollzieht sich eine Formänderung, indem die beiden ursprünglich abgerundeten Enden in eine deutliche Spitze vorgezogen werden. — Besonders auffallend ist die G r ö ß e n z u n a h m e des Eies, das während der Entwicklung von etwa 0,98 : 0,25 auf 1,05 : 0,44 anwächst — eine Erscheinung, die wir ja schon bei den Pamphyliiden und Diprionen kennengelernt haben (s. oben S. 58) [1]. Aus den Zahlen ergibt sich, daß die Breitenzunahme im Verhältnis bedeutend größer ist als die Längenzunahme.

Einer außerordentlich starken V e r ä n d e r u n g ist nach der Eiablage auch die b e l e g t e N a d e l ausgesetzt. Diese besteht in einer Schrumpfung in der Umgebung des Eies, die sich scharf gegen den unveränderten Spitzen- und Basisteil der Nadel abgrenzt. Am besten im geschrumpften Teil bleiben die 4 Nadelkanten erhalten. An der Kante, an der das Ei abgelegt ist, wird von dem aufgeschlitzten Nadelteil eine regelmäßige Schüssel gebildet, die durch Anschmiegen der normalen noch relativ plastischen Nadelgewebe an die Umrisse des Eies entsteht (Abb. 132).

Die E n t w i c k l u n g s d a u e r d e r L a r v e vom Schlüpfen aus dem Ei bis zum Einspinnnen in den Kokon beträgt im Durchschnitt 15 bis 18 Tage. Dabei machen die männlichen Larven 4, die weiblichen 5 Stadien durch. Als Zeitdauer der einzelnen Stadien stellte N ä g e l i fest (im Mittel):

für das 1. Stadium Tage 2,6 (♂) und 3 (♀)
„ „ 2. „ „ 2,2 (♂) und 1,9 (♀)
„ „ 3. „ „ 2,5 (♂) und 2,1 (♀)
„ „ 4. „ (bis zum Einspinnen) „ 6,1 (♂) und 2,7 (♀)
„ „ 5. „ „ — (♂) 7,1 (♀)

Die einzelnen Stadien sind an der Kopfkapsel deutlich zu unterscheiden. Wenn die Maße innerhalb eines Stadiums auch Schwankungen unterworfen sind, so sind diese nur sehr gering. Die Werte für die Kopfkapselbreite der einzelnen Stadien überschneiden sich nicht, sondern sind stets durch eine neutrale Zone voneinander getrennt. Als Dimensionen für die einzelnen Larvenstadien gibt N ä g e l i an:

Entwicklungsstadium	Männliche Larven Breite der Kopfkapsel (mm)	Männliche Larven Ganze Körperlänge (mm)	Weibliche Larven Breite der Kopfkapsel (mm)	Weibliche Larven Ganze Körperlänge (mm)
1. Larvenstadium . .	0,37	2,1	0,38	2,0
2. Larvenstadium . .	0,54	3,5	0,51	3,5
3. Larvenstadium . .	0,79	5,9	0,73	5,5
4. Larvenstadium . .	1,06	9,2	1,03	8,6
5. Larvenstadium . .	—	—	1,30	11,7

Außer den genannten Größenverhältnissen weisen die einzelnen Stadien nur geringfügige Unterscheidungsmerkmale auf. Das 1. Larven-

[1] Für die Frage, ob die Volumenzunahme auf Aufnahme von Nahrungssäften aus der Pflanze beruht, ist der Versuch N ä g e l i s von Bedeutung, wonach auch Eier (von *L. saxeseni*), die von den Nadeln isoliert in feuchten Kammern weiter gezüchtet wurden, die gleiche Größenzunahme erfuhren.

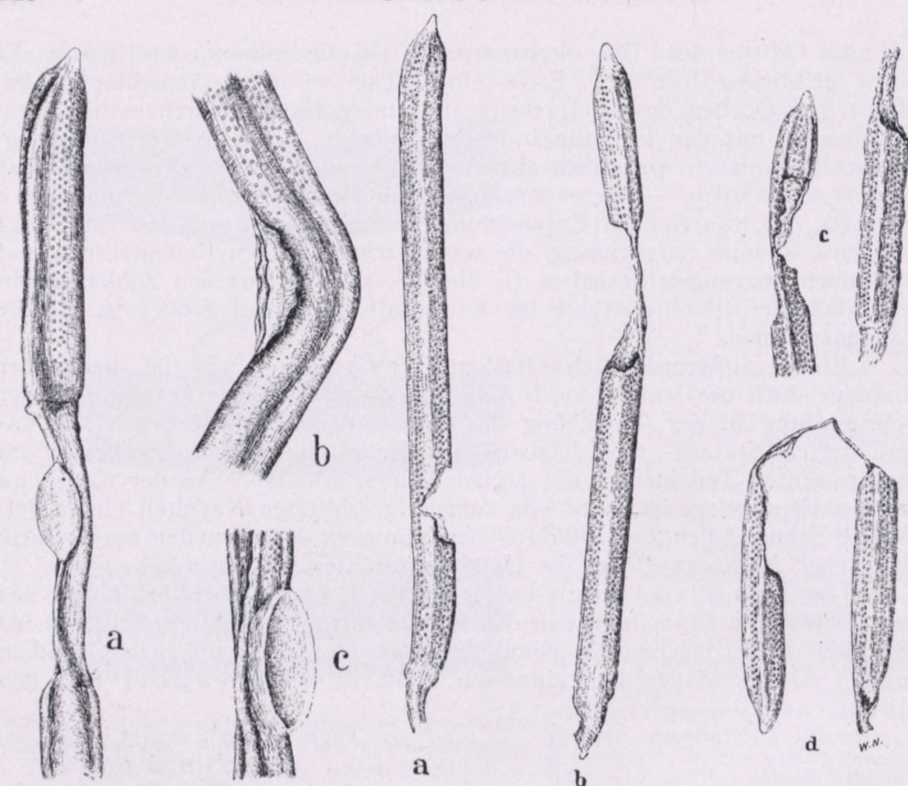


Abb. 132. Veränderungen der Fichtennadeln durch die Eiablage von *Lyg. abietum* Htg. a Ei kurz vor dem Schlüpfen, b aufgeschlitzte aber nicht eibelegte Nadel, c Eischüssel nach Entfernung des Eies
Nach Nägeli

Abb. 133.
Fraßspuren an Fichtennadeln verursacht durch die Larven von *Lyg. abietum* Htg.
Nach Nägeli

stadium ist kurz nach dem Schlüpfen noch völlig farblos und glasig durchscheinend und fällt vor allem durch den überdimensionierten Kopf und den nach hinten konisch zugespitzten Körper auf. Im 1. und 2. Stadium sieht man den Darminhalt grün durchschimmern, während bei den späteren Stadien auch die Hämolymphe grün gefärbt ist und keine Färbungsunterschiede mehr auftreten.

Bei der Häutung wird der Körper innerhalb der alten Haut nach vorne gepreßt, so daß die Kopfkapsel längs der Suturen aufspringt. Nachdem die Larve durch die so geschaffene Öffnung herausgeschlüpft ist, bleibt die abgestreifte Körperhaut, die mit dem Aftersegment fest in der Nadel fixiert ist, noch längere Zeit an dieser hängen, obwohl sie nicht, wie bei den Diprionen, um sie herumgeschlungen wird (s. oben S. 61 und Abb. 64).

Der Fraß der Larve macht sich gewöhnlich erst beim 2. oder 3. Larvenstadium bemerkbar, da das Büschel während des 1. Stadiums meist noch relativ geschlossen zu sein pflegt und die herausragenden Spitzen der befallenen Nadeln intakt bleiben. Das Eilärvchen vermag zunächst nur kleine Scharten in die Nadel zu fressen (Abb. 133). Wird die gegenüber-

liegende Kante erreicht, so beginnt die Larve die Fraßstelle zu erweitern, bis — es geschieht das meist erst im 2. Larvenstadium — der dünne Faden den oberen Nadelteil nicht mehr zu tragen vermag und daher umknickt (Abb. 133 b u. d). Nicht selten wird von älteren Larven die Nadel so befressen, daß nur die Oberhaut der einen Seite verschont bleibt, wie es andeutungsweise in Abb. 133 c zu sehen ist [1]). Die befressenen Nadeln werden bald rot.

Viel charakteristischer als die Fraßspuren an den einzelnen Nadeln ist das gesamte Fraßbild am ganzen Trieb: „Etwa am Ende der ersten Fraßwoche beginnen bei *Lygaeonematus abietum* die stärker befressenen Nadeln aus den unversehrten herauszustechen. Bei befallenen Gipfeltrieben hängen sie dabei auf allen Seiten an den bereits erwähnten Überresten der verschonten Kante herunter. Handelt es sich dagegen um Seitentriebe, so bleibt deren obere Hälfte in der Regel zunächst verschont. Erst vom 2. bis 3. Stadium an ändern die Larven ihre Freßweise, indem sie nunmehr dazu übergehen, die Nadeln von der Spitze her abzunagen. Dabei bleibt gewöhnlich nur ein kleiner Stumpf stehen. Auch bei starkem Befall findet man stets nach Beendigung des Fraßes vereinzelte unberührte Nadeln am Trieb, doch pflegen dieselben später häufig abzufallen. Es kommt oft vor, daß die Larven bei beginnendem Futtermangel auf benachbarte oder weiter



Abb. 134. Kahlfraß von *Lyg. abietum* Htg. an Fichtentrieben

[1]) Verschiedene Autoren (Borries, Baer, Enslin) geben an, daß diese letztere Fraßart charakteristisch für die Larve von *L. ambiguus* sei. Nach Nägeli trifft dies aber nicht zu, sie findet sich vielmehr bei beiden Arten.



Abb. 135. Ein von *Lyg. abietum* Htg. kahlgefressener Fichtentrieb mit braunen Nadelresten; daneben (links) ein normaler Trieb

unten gelegene Triebe, welche von der Eiablage verschont blieben, überwandern. In der Regel reicht jedoch ein Trieb für die ganze Entwicklungsdauer der daran geborenen Larven aus."

Ganz ähnlich wie das Fraßbild von *L. abietum* ist das von L. s a x e s e n i. Dagegen weicht das von L. a m b i g u u s deutlich davon ab, ganz besonders im Endstadium des Fraßes. Die Spitze des Triebes wird nämlich von dieser Art durchbissen, so daß sie nicht weiterwachsen kann. Die obersten stehenbleibenden Nadeln schließen sich sodann über dieser Abbißstelle zusammen und werden an ihren Spitzen leicht miteinander versponnen, so daß also die Larven in einem mehr oder weniger geschlossenen Raum weiterfressen und so erst sichtbar werden, wenn man die betreffenden Nadeln auseinanderlöst [1]) (Abb. 136).

Ein ähnliches Fraßbild scheint nach B a e r (1916) auch P a c h y n e m a t u s n i g r i c e p s H t g. zu machen, doch ist dessen Larve an dem fast völligen Fehlen der Bauchfüße leicht zu erkennen.

Obwohl meist mehrere Larven am gleichen Trieb fressen, lebt doch jede für sich getrennt, so daß von einem geselligen Fraß wie bei *Diprion* nicht gesprochen werden kann. Die Haltung der Larve während des Fraßes ist fast gestreckt; nur der Hinterleib hängt etwas von der Nadel herunter; der Kopf pendelt dabei langsam hin und her, mit kurzen Ruhepausen dazwischen.

Als N a h r u n g nimmt die *abietum*-Larve ausschließlich die j u n g e n d i e s j ä h r i g e n Nadeln. Wo auch alte Nadeln angegangen werden, handelt es sich um andere verwandte Arten, wie *Lyg. saxeseni* Htg. oder *Pachynematus scutellatus*, die im letzten Stadium auf vorjährige Nadeln übergehen; auch *Lyg. stecki* Nägeli scheint zum Teil wenigstens zum Endfraß auf alte Nadeln zu gehen.

Während des Fraßes wird in kurzen Intervallen K o t abgegeben, der zuerst feucht und hellgrün erscheint und zum großen Teil im Nadelbüschel hängen bleibt. Beim Eintrocknen werden die Kotballen, die keine charakteristische Form zeigen, gelblichbraun. Trotz der beträchtlichen Kot-

[1]) Wahrscheinlich beziehen sich die Beschreibung und die Abbildungen in E c k s t e i n s „Forstliche Zoologie" auf S. 464 u. 465 auf diese Art, nicht aber auf *L. saxeseni*, wie dort angegeben ist (Abb. 136).

mengen, die bei einem starken Fraß abgegeben werden und die durch das Herunterrieseln ein feines Geräusch verursachen, wird infolge der Kleinheit des Kotes die Aufstellung von Kotkurven illusorisch gemacht.

Wenn wir befallene Triebe auf das Vorhandensein der einzelnen Entwicklungsstadien der Larven untersuchen, so werden wir nicht selten fast alle Stadien beisammen finden. So befanden sich z. B. auf von Nägeli untersuchten Trieben am 27. Mai 29 % noch im Eistadium, 46 % im ersten, 21 % im zweiten und 4 % im dritten Stadium; am 1. Juni nur noch 7 % im Eistadium, 17 % im ersten, 58 % im zweiten, 15 % im dritten und 3 % im vierten Stadium. Dieses Nebeneinander verschiedener Altersstufen beruht in der Hauptsache darauf, daß die Eiablage sich über eine geraume Zeitspanne hinziehen kann (s. unten).

Wie die *Diprion*-Larven machen auch die Larven der Nematinen bei Beunruhigung charakteristische Abwehrbewegungen. Bei *L. abietum* bestehen diese in der Regel darin, daß das Abdomen heraufgeschlagen wird, bis es leicht S-förmig geschwungen über den Kopf hinausragt. Dabei werden die Bauchdrüsen (s. oben S. 133) ausgestülpt, von denen ein intensiver wanzenartiger Geruch ausströmt. Die Larve beharrt unbeweglich[1]) in dieser Abwehrstellung, bis sie sich nicht mehr bedroht fühlt. Jede Larve reagiert für sich allein, ohne sich um das Verhalten der übrigen zu kümmern, im Gegensatz zu den *Diprion*-Larven, die bei Beunruhigung schlagartig gemeinsam gleichsinnige Bewegungen ausführen.

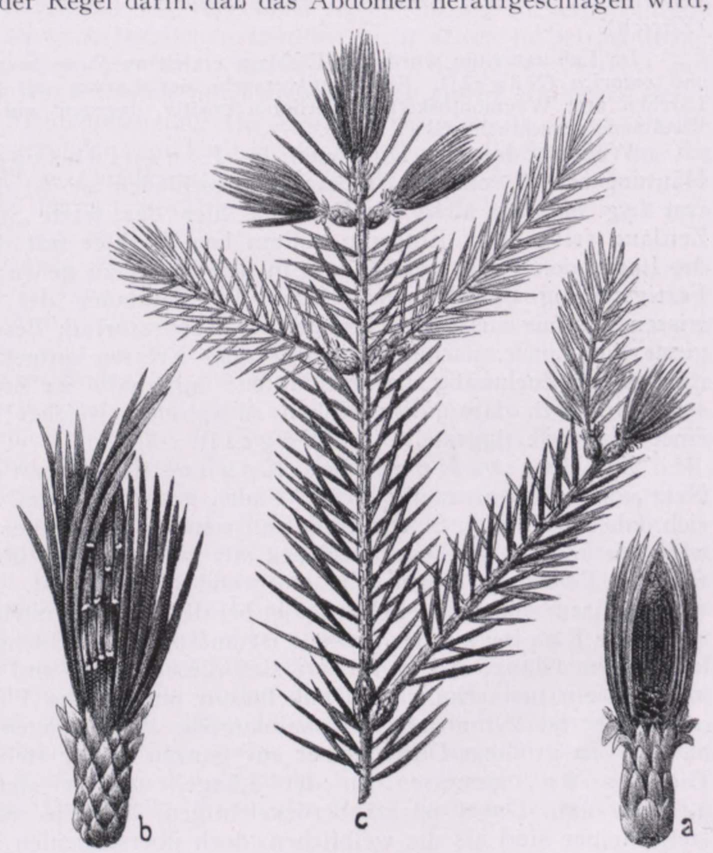


Abb. 136. Fichtentriebe von *Lyg. ambiguus* zerstört. a und b ausgefressene Triebe, c Fichtenzweig mit 3 gesunden und 4 befallenen jungen Trieben. Nach K. Eckstein

[1]) Die Larve von *Lyg. saxeseni* führt dagegen „in der Schreckstellung pendelnde oder wippende Bewegungen aus und diejenige von *Pachyn. scutellatus* schlägt häufig wild um sich" (Nägeli).

Wenn die Larven ausgewachsen sind, hören sie zu fressen auf, wobei der ganze Darmtrakt sukzessive entleert wird. Sie begeben sich dann auf den Boden, und zwar einfach in der Weise, daß sie sich fallen lassen. Weder ein Abspinnen noch ein Abwandern am Stamm konnte von Nägeli beobachtet werden.

Der über mehrere Wochen sich hinziehenden Schwärmzeit entspricht auch die Dauer der Gesamtfraßzeit, während welcher gleichzeitig die verschiedensten Stadien angetroffen werden können. „An den frühtreibenden Fichten kann man an den rund 7 cm langen Maitrieben große fast erwachsene Larven antreffen, während an den nur 1 cm langen Trieben des Spättreibers noch winzige blaßgelbe eben geschlüpfte Lärvchen sitzen“ (Reier 1938).

Die Fraßpflanze von *L. abietum* ist *Picea excelsa;* daneben ist die Larve noch beobachtet worden an: *Picea pungens* und *Engelmanni* (Naunhofer Revier, Sachsen), *Picea omorika* (Serajewo) und *Picea alba* (Zürich).

Im Laboratorium wurde die Eiablage erzielt an *Picea pungens, polita, morinda* und *omorica* (Nägeli). Fütterungsversuche der Larven mit Nadeln und Zedern, Lärchen und Weymouthskiefern verliefen positiv, dagegen wurden die Nadeln der Weißtanne verschmäht (Badoux).

Während bei den Diprionen das Einspinnstadium durch eine Häutung scharf von den Fraßstadien geschieden ist, ist dies bei der Larve von *Lyg. abietum* nicht der Fall, da hier das letzte Stadium noch eine Zeitlang frißt. Das Einspinnstadium beginnt hier mit dem Zeitpunkt, da die Larve den Baum verläßt, um in den Boden zu gehen; es endet mit der Fertigstellung des Kokons. Über die Zeitdauer des Einspinnstadiums wissen wir nur aus Beobachtungen im Laboratorium Bescheid: Danach beginnt die Larve, nachdem sie mit dem Fressen aufgehört hat, zunächst ruhelos im Zuchtkäfig herumzulaufen; innerhalb 24 Stunden findet man sie gewöhnlich daran, den Kokon zu spinnen, welcher meist im Verlauf einer Nacht fertiggestellt ist (Nägeli).

Zur Herstellung des Kokons wird zuerst ein grobmaschiges Netz von verhältnismäßig dicken Fäden gesponnen, das die Larve, welche sich dabei nach allen Seiten dreht und wendet, bald locker umhüllt. Darauf wird die Innenseite dieses Gerippes mit einer dichten filzigen Schicht von feineren Fäden überzogen, die glatt und glänzend ist. Eine Beimengung von Pflanzen- oder Erdteilchen findet bei der Kokonherstellung nicht statt [1]).

Die Färbung der Kokons ist anfänglich leuchtend rötlichbraun mit kupferigem Glanz; später verliert sich dieser Glanz und die Farbe schlägt mehr in ein unansehnliches Dunkelbraun um [2]). Die Form der Kokons ist annähernd zylindrisch mit halbkugelig abgerundeten Ecken; das Verhältnis von größtem Durchmesser zur ganzen Länge stellt sich auf 1 : 2,3. Die Größe, gemessen an der Länge, variiert ziemlich stark, von 4,8—7,2 mm. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die männlichen Kokons stets kleiner sind als die weiblichen, doch überschneiden sich die extremen

[1]) „Wohl aber ist dies bei den Kokons von *L. saxeseni* und *Pachyn. scutellatus* der Fall, bei welchen kleine Erdklümpchen und Nadelstückchen in die äußere viel lockerere Hülle hineingesponnen werden, so daß aus diesen Fremdkörpern eine Schutzhülle gebildet wird.“

[2]) Bei trockener Luft z. B. in einer Glasschale gesponnene Kokons bleiben vollständig weiß und werden erst bei nachträglicher Feuchtigkeit hellbraun.

Werte; zwischen den Kokonlängen 5,6 und 6,4 mm können die Kokons sowohl männlich als weiblich sein. Die Kokonwand ist außerordentlich zäh, so daß der Kokon sich noch jahrelang nach dem Schlüpfen im Boden erhält. „Man läßt sich daher immer wieder durch die Unmengen alter Kokons, die man häufig in chronischen Fraßgebieten findet, über die gegenwärtige Befallsstärke täuschen" (Nägeli).

Wo spinnt die Larve ihren Kokon? Fast ausschließlich im Boden. Kokonfunde an den Zweigen gehören zu den großen Ausnahmen (Schaeffer). Doch während bei den Pamphiliiden und Diprionen die Kokons in der Hauptmasse unter dem Fraßbaum oder wenigstens in dessen unmittelbarer Nähe gefunden werden, trifft dies für *L. abietum* nicht immer zu. Hier bestehen durchaus keine festen örtlichen Beziehungen zwischen der Stärke des Larvenbefalls und der Zahl der Kokons. So kann man in außerordentlich stark befallenen Beständen oft vergeblich nach Kokons suchen, während man ihnen unter schwach befallenen Bäumen nicht selten in beträchtlicher Anzahl begegnet. Zum erstenmal wurde von Schaeffer (1933) auf diese Erscheinung ausdrücklich hingewiesen: „Bei einem stärkeren Befall einer 10jährigen Fichtenpflanzung (in Holland) wurden in reiner Nadelstreu nie Kokons gefunden; an Stellen mit Graswuchs dagegen betrug die mittlere Kokonzahl je Quadratmeter 374 Stück, und es war dabei ganz gleichgültig, ob auf den untersuchten Bodenpartien stark befallene oder vom Fraß verschonte Bäume stockten."

Eingehend wurde diese Frage, die für die Praxis (Prognose) von großer Bedeutung ist, von Nägeli studiert. Er stellte auf Grund einer kartographischen Aufnahme des befallenen Waldes fest, daß „unabhängig von der Befallsintensität im Bestande weitaus der größte Teil der Kokons unter Moosdecken zu finden war. Mehr vereinzelt waren die Kokonfunde in mit Moos durchsetzter Nadelstreu und bei nicht allzu dichtem Graswuchs und Heidelbeerüberzug. In Beständen mit starker Brombeerdecke oder ausschließlicher Laubstreu dagegen fehlten Kokons sozusagen vollständig". „Die Beschaffenheit des Moosrasens ist nun aber durchaus nicht gleichgültig, denn die maximalen Kokonzahlen wurden immer bei einer bestimmten Zusammensetzung desselben gefunden. Das Hauptelement bildet an solchen Stellen *Hylocomium splendens*, das dichte zusammenhängende Rasen bildet, in welchen vereinzelte Inseln von *Thuidium tamariscinum* auftreten." „Die Moospolster dürfen aber nicht zu hoch sein, und als bester Gradmesser hierfür dient das Auftreten von *Oxalis acetosella*, welches darauf hindeutet, daß der mineralische Boden nicht allzu tief liegen kann. Die Kokons liegen nun zum Teil schon in den tiefen, mit etwas Rohhumus durchsetzten Schichten des Moosrasens, mehr noch aber in dem 1—3 cm mächtigen reinen Rohhumus, der darunter liegt, und ebenso in der feinkörnigen schwarzen Dammerde, die in der Regel darunter zum Vorschein kommt."

„Im ganzen schweizerischen Mittelland sind die Verhältnisse unter der genannten Vegetationsdecke ganz ähnliche, und offenbar für das Einspinnen optimale. Gewöhnlich tritt diese Decke in schon etwas aufgelockerten, 50—70jährigen reinen Fichtenbeständen auf. Sehr auffallend ist der Umstand, daß in solchen Beständen häufig kleinere oder größere *Polytrichum*-Rasen eingestreut sind, unter welchen jegliche Rohhumusansammlung fehlt und nach deren Entfernung man unmittelbar auf einen gelblichen Mineralboden von lehmiger Beschaffenheit stößt. Hier sind in der

Regel die Kokons nur sehr spärlich vertreten, auch wenn sie in unmittelbarer Nähe zahlreich sind. An den Stammanläufen, wo zwischen den einzelnen Wurzeln gewöhnlich eine stärkere Anhäufung humoser Feinerde festzustellen ist, sind stets am meisten Kokons zu finden. Beträchtliche Mengen dieser letzteren findet man auch in reinem Mineralboden, sofern derselbe eine stark sandige, sehr feinkörnige Beschaffenheit aufweist. Es ist dies häufig unter Nadelstreudecke, durchsetzt mit *Oxalis,* der Fall, und zwar ebenfalls am ausgesprochensten in der Nähe des Wurzelanlaufs. Aber auch in jüngeren Kulturen mit stärkerem Graswuchs ist diese Bodenbeschaffenheit verhältnismäßig häufig. Nur bietet hier dann die starke Verfilzung der Graswurzeln ein gewisses Hindernis für das Einspinnen. In jüngeren, 20- bis 40jährigen Fichtenbeständen findet man oft ebenfalls eine zusammenhängende Moosdecke, die sich jedoch aus anderen Arten zusammensetzt *(Eurhynchium striatum, Hypnum purum, Hypnum cupressiforme, Hypnum molluscum, Mnium undulatum* usw.) und auf welche, wie bei *Polytrichum,* der rohhumusfreie, häufig sehr steinreiche Mineralboden unmittelbar folgt. Hier wird man vergeblich nach Kokons suchen. Dasselbe ist bei starkem Brombeerüberzug, welcher Rohhumusbildung nicht nur verhindert, sondern vorhandene Schichten in kurzer Zeit vollständig abbaut, der Fall. Noch ungünstiger für das Einspinnen gestalten sich die Verhältnisse unter einer stärkeren Laubdecke, welche ebenfalls jegliche Moosdecke bald unterdrückt."

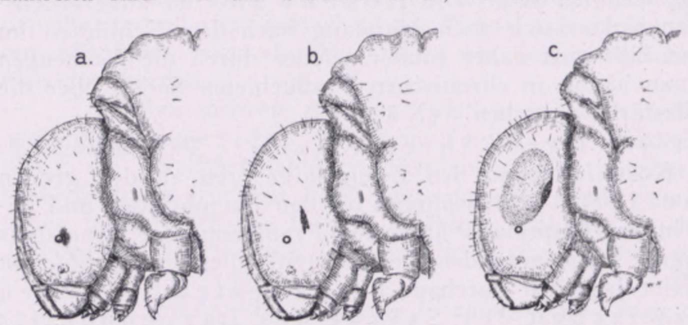


Abb. 137. Entwicklung des Puppenauges bei der Pronymphe von *Lyg. abietum* Htg. (25 mal). Nach Nägeli. — Bei der Larve wie bei der Eonympha sind die Ocellen ganz schwarz und bilden mit dem sie umgebenden Orbitenring eine einheitliche schwarze Scheibe. Allmählich rücken die Farbkörperchen nach hinten, so daß die Ocellen entfärbt werden und hinter diesen ein schwarzer Fleck in Form eines schwarzen Wisches entsteht (a); dieser rückt immer mehr von den Ocellen ab, schief aufwärts gegen den hinteren Schädelrand zu (b). Aus diesem Fleck heraus bildet sich das immer deutlicher durch die Kopfkapsel hindurchschimmernde Puppenauge (c)

Nach diesen Feststellungen müssen wir vorläufig annehmen, daß eine leichte Rohhumusschicht den Spinnlarven besonders zusagt.[1]) Was geschieht nun mit den Larven, welche beim Abbäumen auf ungeeigneten Boden fallen? An eine weitere Abwanderung der Larven in benachbarte Bestände ist beim beschränkten Gehvermögen der Einspinnlarven kaum zu denken, und so bleibt nur die Annahme offen, daß dieselben „an ihnen nicht zusagenden Örtlichkeiten längere Zeit umherirren und dabei zum Teil ihren natürlichen Feinden zum Opfer fallen, zum Teil vielleicht auch die Fähigkeit zum Kokonspinnen verlieren und auf diese Weise zugrunde gehen".

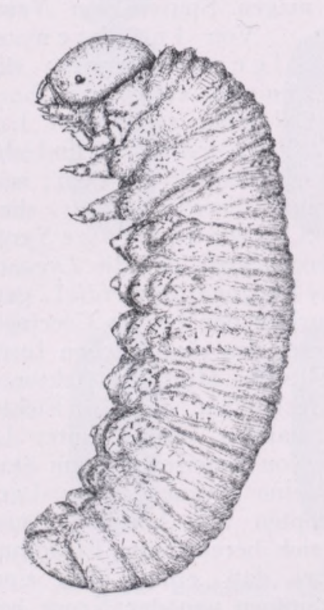
Bald nachdem der Kokon fertig gesponnen ist, geht die Einspinnlarve in die Eonymphe über. Die Bauchfüße werden reduziert, der Kopf kommt auf die Bauchseite zu liegen und berührt beinahe das Ende der ebenfalls bauchwärts herumgeschlagenen letzten Abdominalsegmente. Während der Eonymphenzeit büßt die Larve unter immer stärkeren Hautfaltungen

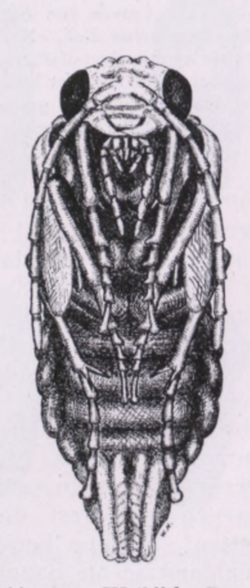
[1]) Auch Mehner (1928) führt an, „daß die Anhäufung von Trockentorf der Blattwespenlarve besonders günstige Verhältnisse für ihren 10 Monate währenden Aufenthalt im Boden gewährt (Schutz vor Einwirkung von Witterungsextremen, vor allem großer Feuchtigkeit)".

erheblich an ihrer Länge ein, so daß sie am Ende schon beinahe gestreckt im Kokon liegt. Die Zeit der Eonymphe erstreckt sich etwa über 2 bis $2^1/_2$ Monate, kann aber durch Überliegen auf mehrere (bis 6 Jahre) verlängert werden.

Auf die Eonymphe folgt die Pronymphe (Abb. 138), die durch sukzessive Ausbildung der pupalen Organe charakterisiert ist. Am auffallendsten tritt dies durch die Bildung des Puppenauges in Erscheinung, die in ähnlicher Weise wie bei den Pamphiliiden und Diprionen vor sich geht (s. oben S. 70). Der Vorgang ist auf Abb. 137 dargestellt. Der Abschluß desselben, also die zeitliche Abgrenzung zwischen Eo- und Pronymphe, fällt nach Nägeli etwa in die letzten Wochen des Monats September. Nur ganz wenige der von Nägeli untersuchten Eonymphen (rund 5 %) behielten ihre schwarzen Ocellen dauernd bei (überliegende Eonymphen). Die Pronymphe wird immer kürzer und liegt bald vollständig gestreckt im Kokon, während durch Einschnürungen sich allmählich eine Abgrenzung von Abdomen und Thorax herausbildet.

Das Abstreifen der letzten Larvenhaut, also die Häutung zur Puppe findet im Mittel etwa 14 Tage vor dem Schlüpfen der Wespe statt (je nach den herrschenden Witterungsbedingungen 10—20 Tage). Die Häutung wird damit eingeleitet, daß die Kopfkapsel an ihren Nähten aufspringt, worauf die Puppe sich durch die so entstandene Öffnung herausarbeitet. Anfänglich ist die Puppe einfarbig hellgrün glänzend mit Ausnahme der schwarzen Facettenaugen, allmählich färben sich die Mandibeln und Klauen braun, sodann Kopf samt Thorax dunkler und Beine und Fühler bräunlich, während das Abdomen noch längere Zeit grün bleibt (Abb. 139).





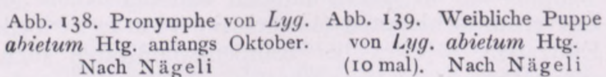


Abb. 138. Pronymphe von *Lyg. abietum* Htg. anfangs Oktober. Nach Nägeli

Abb. 139. Weibliche Puppe von *Lyg. abietum* Htg. (10 mal). Nach Nägeli

Feinde und Krankheiten

Nach den neueren Beobachtungen vor allem von Nägeli sind der Feinde von *Lyg. abietum* durchaus nicht so wenige wie man bisher angenommen hatte [1]; es fehlt weder an Räubern noch an Parasiten, wenn auch ihre Zahl bei weitem geringer ist als bei den Diprionen.

[1]) Man glaubte in der guten Schutzfarbe der Larve, in der kurzen Fraßzeit der letzteren und in deren „Wanzengeruch“ Gründe für die geringe Zahl der Feinde erblicken zu dürfen.

A. Räuber

Unter den Räubern spielen die Säugetiere nur eine geringe Rolle: es werden lediglich Spitzmäuse und das Eichhorn (Holler 1929) als Kokonvertilger angegeben. Von den Vögeln wurden als Larvenvertilger beobachtet: Große Ringeltaube, Specht, Nußhäher, Fink, Ammerlinge, Meisen und Stare. Letztere, durch Vogelschutzmaßnahmen stark vermehrt, sah man in dem klassischen Naunhofer *Nematus*-Revier zu Tausenden in dichten Wolken von Bestand zu Bestand fliegen, wo sie die *Nematus*-Larven fraßen (durch Magenuntersuchungen bestätigt); sie verschwanden wieder aus dem Wald, sobald die Larven in den Boden gingen. Jaehn (1914) nennt den Star einen bedeutenden Bundesgenossen im Kampf gegen *Nematus*. Bezüglich der Wirkung der Meisen herrscht noch keine Klarheit. Man beobachtete sie stets auf der Nahrungssuche in den Fichtengipfeln, auch nahmen sie bei Fütterungsversuchen die *Nematus*-Larven gerne auf, doch fielen die Magenuntersuchungen stets negativ aus, d. h. man fand niemals in den Meisenmagen Spuren von *Nematus*-Larven (Jaehn) [1].

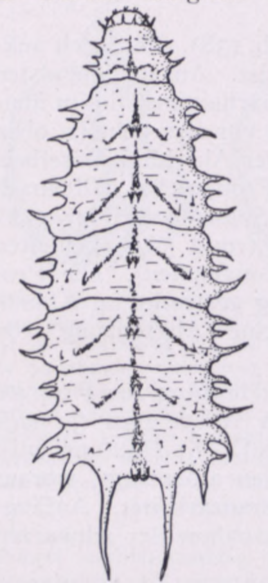


Abb. 140. Larven von *Syrphus tricinctus* Fall. Nach Gäbler. Die Grundfarbe ist ein mehr oder weniger helles Gelbbraun, das von grauen bis schwärzlichen Zeichnungen bedeckt ist

Von Insekten sind als Larvenvertilger zu nennen: die Skorpionsfliege *Panorpa communis* L., der Puppenräuber *Calosoma sycophanta* L., die Coccinelliden *Anatis ocellata* L. und *Aphidecta obliterata* L., verschiedene Wanzen, wie *Harpactor annulatus* L. und *Troilus luridus*, die rote Waldameise *Formica rufa* L. und die Schwebefliege *Syrphus tricinctus* Fall.; außerdem konnte Nägeli beobachten, daß die *Lygaeonematus*-Larven von einer anderen Blattwespenlarve *Rhogogaster viridis* L. getötet und gefressen werden.

Nolte (1938) spricht den beiden Coccinelliden und *Troilus luridus* eine Hauptbedeutung unter den räuberischen Insekten zu. — Bezüglich der Ameisen ist die Rolle als Mortalitätsfaktor noch nicht geklärt. Badoux (1919) konnte feststellen, daß die Fichten, die neben Nesthaufen von *Formica rufa* L. standen, ebenso unter Larvenfraß litten wie die übrigen. Bei Hunderten von Ameisen, die am Stamm herunterliefen, konnte nur ein einziges Mal eine *Lygaeonematus*-Larve als Beute beobachtet werden, dagegen schleppten die Ameisen Anfang Juni ununterbrochen Larven zum Nest, die sich bereits zum Einspinnen in den Boden begeben hatten. Nolte berichtet, daß „einige Male einzelne Arbeiter" der roten Waldameise an Baumstämmen von der Krone herunterkommend *Nematus*-Larven mitschleppten (s. auch Schimitschek 1935). Ein systematisches Eintragen, wie es bei Raupenkalamitäten nicht selten beobachtet wird, scheint hier nicht stattzufinden. — Über Syrphus tricinctus Fall.

[1]) Nach bisher unveröffentlichten Beobachtungen O. Henzes beruht dies darauf, daß die alten Meisen die *Lygaeonematus*-Larven nicht besonders lieben, aber ihre Nestjungen so lange damit füttern, als sie welche finden.

liegen Beobachtungen von Gäbler (1939) vor, wonach die mit zahlreichen Fortsätzen versehene Larve (Abb. 140) Nematinen-Larven nachstellt und sich auch damit füttern läßt. Ein allzu großer Vernichtungsanteil dürfte ihr aber nicht zukommen.

Eine noch wesentlich größere Rolle spielen die räuberischen Insekten als Kokonvertilger:

Hier sind an erster Stelle die Elateriden-Larven zu nennen, die bisweilen in großer Anzahl an Kokonlagerstätten zu finden sind. Es ist besonders die Larve von *Athous subfuscus* Millt.[1]), die man in *Lygaeonematus*-Kokon eingebohrt findet. Die Beschädigung kann kaum mit einer anderen verwechselt werden, da die Ränder des Loches fein zerzupft und etwas aufgewulstet erscheinen (Abb. 141 d). Der Befall der Kokons durch Elateriden-Larven beläuft sich in einigen von Nägeli angegebenen Beispielen auf 11—13 % (s. auch oben bei *Diprion*, S. 82).

Auf die Elateriden folgen in ihrer Wirkungsstärke die Carabiciden, von denen vor allem die mittelgroßen *Abax*- und *Pterostichus*-Arten sowohl als Larven als auch als Imagines die Kokons ausfressen. Die Beschädigung der Kokons ist eine sehr gründliche: Die Imagines fressen unregelmäßige große Löcher in die Kokonwand (Abb. 141 c), während die Larven dieselbe wie mit einem feinen Messer aufschneiden (Abb. 141 f). Das Befallsprozent belief sich in den obigen Beispielen auf 11 und 7 %.

Endlich führt Nägeli auch noch einige Staphyliniden an, größere und kleinere Arten, wie *Ocypus olens* Müll., *Othius punctulatus* Goeze und *Tachyporus ruficollis* Grav., die aber in ihrer Bedeutung den vorgenannten weit nachstehen.

Mit der Bedeutung der Spinnen als Vernichter unserer Fichtenblattwespe hat sich im besonderen Heiderich (1904) beschäftigt. Nach ihm werden bisweilen große Mengen der schwärmenden Wespen in den Netzen der „Webspinnen" gefangen. Auch Baer (1903) berichtet ähnliches: „Auffallend war, wie zahlreich sie (d. h. die schwärmenden Wespen) in die Spinngewebe in den Wipfeln der Bäumchen geraten waren." Später wurde diese Beobachtung von Badoux (1918) und Nägeli

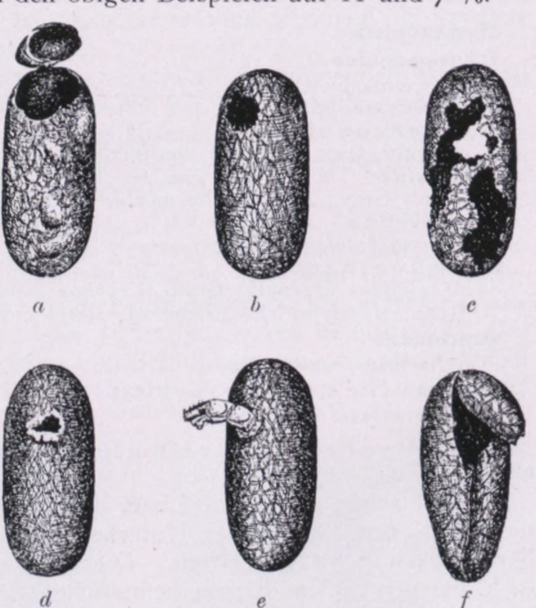


Abb. 141. Beschädigte Kokons von *Lyg. abietum* Htg. a Ausflugloch der Imago, b Ausflugloch einer Schlupfwespe, c von Carabiden ausgefressener Kokon, d Einbohrloch einer Elateridenlarve, e Kokon mit eingebohrter Elateridenlarve, f durch Carabidenlarven aufgeschnittener Kokon. Nach Nägeli

[1]) von Pfetten (1925) und Bornebusch (1930/31) stellten das häufige Vorkommen dieser Larve in der Streu von Fichtenwäldern fest. Letzterer fand im Rohhumus eines 75jährigen Fichtenbestandes im Mittel 221 Larven je Quadratmeter.

bestätigt. Nach letzterem kommt namentlich *Aranea cucurbitina* L. als wirksamer Feind von *Lyg. abietum* in Betracht: „Die Lebensweise dieser Spinne erscheint derjenigen der Fichtenblattwespe geradezu angepaßt. Die allgemeine Körperfärbung ist hellgrün bis gelblichgrün, so daß sie auf den gleichfarbigen jungen Maitrieben der Fichte nur schwer zu entdecken ist. Sie findet sich oft dutzendweise an jungen Fichten und spinnt zur Zeit des Schwärmens und der Eiablage der Fichtenblattwespe rund 1 dm^2 große Radnetze, in denen die genannten Blattwespen sich massenhaft verfangen. Gegen Ende Mai ist *Aranea cucurbitina* ausgewachsen, zur Zeit, in welcher der Larvenfraß einsetzt. Sie ändert nun ihre Taktik, indem sie ohne Netz lebt, und Jagd auf *Lygaeonematus*-Larven macht, was sowohl im Höhragen als anderwärts wiederholt beobachtet werden konnte." Nolte (1938) nennt *Marpissa muscosa* Clerk, von der er mehrere ♀♀ beim Aussaugen von *Nematus*-Larven (und Forleulenraupen) beobachtet hat.

B. Parasiten

Während den *Diprion*-Arten ein ungewöhnlich großes Heer von Parasiten gegenüberstehen (über 100 Arten), ist deren Zahl bei *Lygaeonematus abietum* nach unseren bisherigen Kenntnissen verhältnismäßig gering, wie aus folgender Zusammenstellung der bisher gezogenen Parasiten zu ersehen ist.

Hymenoptera

Ichneumonidae

Ichneumoninae

Phaeogenes spec.

Phygadeuoninae

Microcryptus (Aptesis) vestigialis Först., *Microcryptus brachypterus* Grav., *punctifer* Thoms. (?), *gracipes* Grav. (?), *puncticollis* Thoms., *Stylocryptus brevis* Grav., *Phygadeuon mixtus* Bridg.

Pimplinae

Pimpla inquisitor Scop.

Tryphoninae

Mesoleptus exornatus Grav., *Tryphon elegantulus* Grav., *Polyblastus flavicauda* Rom., *Mesoleius sp.*, *Erromenus simplex* Thoms.

Braconidae

Ichneutes reunitor Nees.

Diptera

Arrhinomyia cloacella Kr.

Als Hyperparasiten wurden gezogen: *Mesochorus spec.* und *Hemiteles abietinus* Htg.

Wir sehen aus dieser Liste, daß die Mehrzahl der Parasiten, wie bei den Diprionen, den beiden Unterfamilien der Phygadeuoninae und Tryphoninae angehören. Die meisten sind Kokonparasiten, d. h. belegen die im Kokon befindlichen Stadien mit Eier; nur wenige belegen die fressenden Larven und nur eine Art *(Ichneutes)* wird als Eiparasit angegeben, doch ist dieser Fall noch nicht einwandfrei geklärt. Die oben genannten Parasiten treten durchaus nicht bei allen Gradationen in eine stärkere der Populationsdichte des Wirtes entsprechende Vermehrung ein (wie es bei den *Diprion*-Gradationen die Regel ist), sondern bleiben in manchen Fällen fast ganz aus. Im Naunhofer *Nematus*-Gebiet z. B. „waren und sind vielleicht heute noch Parasiten so gut wie unbekannt". So zog Baer 1901 aus dem daselbst gesammelten Material nur ein einziges Para-

sitenexemplar (*Microcryptus vestigialis* Först.) und S i n z erwähnt eine 2prozent. Parasitierung im Winter 1919/20 als besonderes Vorkommnis. Als auffallend ist auch noch die Beobachtung N ä g e l i s zu erwähnen, daß gewisse Arten auf bestimmte Fundorte beschränkt sind. So fand sich unter den im Jahre 1927 aus Kokons von Höhragen gezogenen Parasiten keine der später in anderen Orten als häufig festgestellten Arten.

Als die wichtigsten Schlupfwespen-Parasiten können die oben genannten Arten der Gattungen *Microcryptus, Stylocryptus, Mesoleptus* und *Polyblastus* angesehen werden.

Die meisten Parasiten von *Lygaeonematus abietum* haben eine einjährige Generation, einige dagegen wie *Microcryptus puncticollis, brachypterus* und *gracipes* (?) haben eine doppelte Generation mit den Ausflugsterminen anfangs Mai und Ende Juli und *Microcryptus punctifer* (?) sogar eine dreifache Generation mit den Ausflugsterminen Anfang Mai, zweite Hälfte Juli und Anfang Oktober. Ob ausnahmsweise, wie beim Wirt selbst, auch beim Parasiten ein Überliegen vorkommt, konnte bis jetzt nicht festgestellt werden.

Man sieht die Schlupfwespen oft in großer Zahl zur Zeit des Einspinnens dicht über den Kokonlagerstätten schwärmen. Im Frühjahr handelt es sich um die in Kokons überwinterte Generation, welche auf neue Kokons warten muß, während schon von Ende Juli an die Tochtergenerationen erscheinen. Das Julischwärmen ist meist wesentlich geringer, da ja viele Arten nur eine Generation durchlaufen.

Die meisten der in *Lygaeonematus*-Kokons vorkommenden Parasiten leben als E k t o p a r a s i t e n , die von außen her die Wirtslarve ausfressen, um sich dann in einem zarten sackartigen Kokon, der dem Wirtskokon eng anliegt, zu verpuppen. Die Überreste der Wirtslarve kommen gewöhnlich zwischen die beiden Kokonwände zu liegen.

Über die W i r k s a m k e i t d e r P a r a s i t e n (Parasitierungsprozente) liegen noch nicht viele exakte Feststellungen vor. N ä g e l i berechnete die Steigerung der parasitierten Kokons in einem der schweizerischen Befallsgebiete (Höhragen) vom Frühjahr 1927 bis zum Frühjahr 1929 von 10 % auf rund 30 %. Im Juli 1930 waren bereits 18 % der neuen etwa einen Monat alten Kokons von Schlupfwespen verlassen. Dabei ist aber zu bedenken, daß die große Mehrzahl der letzteren viel später, die meisten erst nach der Überwinterung im nächsten Frühjahr schlüpfen, so daß es sich um eine sehr hohe Parasitenziffer gehandelt haben muß. An anderen Plätzen stieg das Parasitenprozent in einem Jahr von 28 % auf 36 % (in Niederbipp), oder von 15 % auf 31 % (in Niederösch). D r e w s e n (vgl. B o r r i e s 1896) erwähnt, daß in Dänemark 50 % der gesammelten *Lygae-*





a *b*

Abb. 142. *Microcryptus brachypterus* Grav. a Weibchen, b Männchen

onematus-Larven den Parasiten *Mesoleptus exornatus* Grav. ergaben, und Wullschlegel (1872) berichtet sogar über eine 90prozent. Parasitierung bei einem *Lygaeonematus*-Fraß im Aarau. Jedenfalls sehen wir, daß ganz erhebliche Steigerungen der Parasitenzahlen eintreten können, wodurch die Gradation des *Lygaeonematus abietum* wesentlich gehemmt bzw. auch die Krisis mit herbeigeführt werden kann. Wie lange es gedauert hat, bis z. B. in Höhragen der genannte Parasitenstand erreicht worden ist, darüber fehlen Angaben. Im Naunhofer Revier (Sachsen) war, wie oben schon erwähnt, nach mehr als 20jähriger Gradationsdauer der Parasitenbestand noch minimal (2 %). Worauf diese Ungleichheit in der Parasitenentwicklung, die wohl wenig Parallelen haben dürfte, beruht, ist eine interessante Frage, deren Lösung sich lohnt.

Im einzelnen seien noch einige bionomische Daten über die wichtigsten Parasiten (nach Nägeli) hier angeführt:

Microcryptus. — Die beiden häufigsten *Microcryptus*-Arten *vestigialis* Först. (Subg. *Aptesis*) und *brachypterus* Grav. erinnern im weiblichen Geschlecht durch ihren ganzen Habitus, vor allem die Flügellosigkeit (die Flügel sind nur noch als kleine Stummel vorhanden) und auch ihr Gebaren stark an Ameisen (Abb. 142). Die ♀♀ halten sich ständig am Boden auf, auf dem sie sich bald behende bewegen, während die ♂♂, die Flügel besitzen, wahrscheinlich bald den Boden verlassen. Die Flugunfähigkeit der ♀♀ läßt darauf schließen, daß die beiden Arten ausschließlich Kokonparasiten sind. Die Generation der beiden Arten ist wohl doppelt (erster Flug April/Mai, zweiter Flug Ende Juli), während bei einer dritten Art, *punctifer* (?), eine dreifache Generation auftritt, von denen die erste im Frühjahr aus alten Kokons, die zweite in der zweiten Hälfte Juli aus frischen Kokons, und die dritte Anfang Oktober aus älteren Kokons des gleichen Jahres schlüpft. Die ♀♀ dieser letzten Generation stechen alsbald die gleiche Kokongeneration an, aus der sie geschlüpft sind.

Das Anstechen beschreibt Nägeli folgendermaßen: „Zuerst werden die Kokons mit den Fühlern abgetastet; auch Kokons, die vollständig mit Erde bedeckt sind, findet das Tier, indem es die geknickten Fühler in jede kleinste Ritze hineinsteckt. Ist auf diese Weise ein Kokon gefunden, so wird mit den Beinen die Erde weggegraben, bis ein genügender Hohlraum entstanden ist, um den Legestachel senkrecht aufzusetzen. Gelingt dies, so wird er mit kurzen Stößen langsam eingebohrt. Nach 1—2 Minuten löst sich die Stachelscheide allmählich vom Legestachel und geht in ihre ursprüngliche Lage zurück. Nach rund 3 Minuten erfolgt ein plötzlicher Tief-



Abb. 143. *Polyblastus flavicauda* Rom. ♀

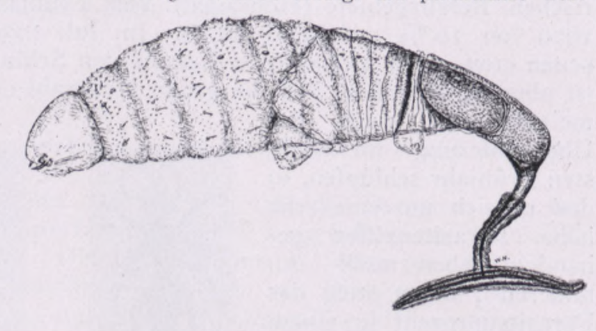


Abb. 144 A. Larve von *Polyblastus* im 3. Stadium. Sie steckt noch in dem verankerten Eirest bzw. den alten Häuten der beiden vorhergegangenen Häutungen, an denen man die Köpfe von Stadium 1 und 2 sieht (50 mal). Nach Nägeli

stoß des Stachels, und nach rund 30 Sekunden wird letzterer wieder bis zur Spitze herausgezogen. Einige Minuten später macht der Stachel nochmals einen Tiefstoß, der aber in der Regel nur halb so tief geht wie der erste. Häufig erfolgt, wiederum

nach einigen Minuten, ein dritter Stoß. Daraufhin verharrt das Tier wiederum in absoluter Ruhe, und man erkennt an dem Auseinanderweichen der Stechborstenbogen, daß das Ei im Begriffe steht, durch den Stachel zu gleiten. Dieser Vorgang selbst läßt sich zwar nicht verfolgen, da der Stachel vollkommen undurchsichtig ist. Das Hinterleibsende wird dabei blasig aufgetrieben und kurz nachher wird der Stachel endgültig herausgezogen. Die ganze Prozedur dauert vom Aufsetzen des Legestachels bis zum Herausziehen desselben 10—20 Minuten. Die beobachteten Tiefstöße verfolgen zweifellos den Zweck, das Opfer zu paralysieren oder zu töten."

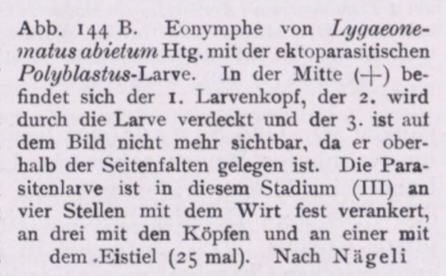


Abb. 144 B. Eonymphe von *Lygaeonematus abietum* Htg. mit der ektoparasitischen *Polyblastus*-Larve. In der Mitte (+) befindet sich der 1. Larvenkopf, der 2. wird durch die Larve verdeckt und der 3. ist auf dem Bild nicht mehr sichtbar, da er oberhalb der Seitenfalten gelegen ist. Die Parasitenlarve ist in diesem Stadium (III) an vier Stellen mit dem Wirt fest verankert, an drei mit den Köpfen und an einer mit dem Eistiel (25 mal). Nach Nägeli

Polyblastus flavicauda Roman (Abb. 143). — Diese Art ist Larvenparasit, der von Forsius im südlichen Finnland als Parasit von *Lyg. abietum* entdeckt wurde, der aber auch in der Schweiz von Nägeli als sehr häufiger Schmarotzer festgestellt werden konnte. Seine Bionomie weist einige sehr interessante Besonderheiten auf, die hier kurz erwähnt werden sollen. Das ♀ dieser Tryphonine belegt in der Regel nur das letzte Stadium der *Lygaeonematus*-Larve mit einem Ei, und zwar stets an einer ganz bestimmten Stelle, nämlich zwischen dem 1. und 2. Brustfuß auf der Höhe der unteren Seitenfalte. Das derb chitinisierte Ei läuft in einen zu einer feinen Spitze verjüngenden Stiel aus, der in einen Querbalken mündend eine Art „Anker" bildet. Dieser Anker kommt stets in den Vorderdarm des Wirtstieres zu liegen. Auf diese eigenartige Befestigung des Eies ist es wohl zurückzuführen, daß das ♀ die Stelle der Eiablage vorher nicht nur mit peinlichster Sorgfalt aussucht, sondern dieselbe längere Zeit beleckt, was eine gründliche Reinigung der betreffenden Stelle bedeuten dürfte.

Beim Ausschlüpfen springt die Eihaut nur im vorderen Teil auf und die Eilarve bleibt mit ihrem hinteren Ende fest im Chorion verankert, während sie mit dem Kopf sich in der Mitte der Unterseite des ersten Brustsegmentes des Wirtes festbeißt. Auch nach der 1. und der 2. Häutung bleibt die Larve in der alten Haut stecken, während sie infolge der größeren Länge sich jedesmal an einer etwas weiter entfernten Stelle festbeißt. Die Kopfkapseln lösen sich bei den Häutungen nicht, so daß jetzt zwei Kopfkapseln an den alten Häuten hängen (Abb. 144). Erst bei der dritten Häutung schlüpft die Larve ganz aus den alten Häuten heraus und saugt sich nun irgendwo fest. Die Wirtslarve wird nun sehr schnell ausgesogen, so daß sie innerhalb von rund 3 Wochen bis auf die Chitinteile resorbiert ist.

Die Wirtslarve spinnt sich in der Regel bald nach der Parasitierung ein und nach wenigen Tagen schlüpft schon die Parasitenlarve. Die Generation von *Polyblastus* ist einjährig.

Ichneutes reunitor Nees. — Dieser Braconide wurde von Nägeli beim Anstechen der Eier von *Lyg. abietum* beobachtet. Die Tiere rutschten mit heruntergebogenem Hinterleib, an der Spitze der Triebe beginnend gegen deren Basis hin, bis sie mit ihrem Legestachel auf ein abgelegtes Blattwespenei stießen. Die Larven des Parasiten gehen in die Larven des Wirtes über, welche ihre Entwicklung normal durchlaufen und erst nach der Herstellung der Kokons zugrunde gehen; so kommt es, daß die *Ichneutes*-Wespen erst aus dem Kokon des Wirtes schlüpfen.

Arrhinomyia cloacella Kr. — Die einzige Tachine, die bis jetzt an *Lygaeonematus abietum* beobachtet ist, legt ihre hartschaligen Eier auf die Haut des Wirtes (im Maximum 3 je Larve), wo sie als schildförmige, flach gewölbte Buckel haften (Abb. 145). Beim Ausschlüpfen der Made wird die Spitze des Eies weg-

gesprengt, und die Tachinenlarve bohrt sich unverzüglich in den Wirt ein, worauf die Eischale abfällt. Die tachinöse *abietum*-Larve frißt ungestört weiter und spinnt auch noch ihren Kokon in normaler Weise. Die Tachinenmade verpuppt sich innerhalb des Wirtskokons, so daß also in diesem das Tönnchen enthalten ist (wie bei *Diplostichus* in dem Kokon von *Diprion pini*, s. oben S. 97 Abb. 92), und die fertige Tachine beim Schlüpfen nicht nur das Tönnchen aufsprengen, sondern auch durch den Wirtskokon hindurchkommen muß.



Abb. 145. Stück einer Larve von *L. abietum* Htg., mit 2 Tachineneiern (*Arrhinomyia cloacella* Kr.) behaftet. Die Maden sind bereits geschlüpft; beim unteren Ei ist die Einbohrstelle deutlich zu sehen (17 mal). Nach Nägeli

C. Krankheiten

Über Krankheiten mykoser oder bakterieller Art in größerem ausschlaggebendem Umfang ist bis jetzt nur wenig bekannt. Willkomm (1857) teilt anläßlich eines Fraßes bei Grillenburg (Sachsen) mit, daß 1857 die Mehrzahl der Larven nicht zur Verpuppung gelangten, sondern infolge einer Krankheit, die nicht näher charakterisiert wird, zugrunde gegangen sei. Und Sinz (1920) berichtet, daß nach dem stärkeren Fraß 1919 im Naunhofer Revier zahlreiche Larven krank erschienen; etwa 8% der Larven im Kokon waren von dem Pilz *Botrytis tenella* befallen. Auch in den Schweizer Befallsgebieten (Höhragen usw.) fand Nägeli stets verpilzte Kokons, doch „nirgends in einem solchen Ausmaß, daß von einem epidemischen Charakter dieser Erscheinung hätte gesprochen werden können".

So scheinen also bei *Lyg. abietum* Mykosen und Bakteriosen als Mortalitätsfaktoren nur eine sehr geringe Rolle zu spielen, ganz im Gegensatz zu den Diprionen, wo diese Krankheiten als Krisenfaktoren bisweilen ausschlaggebend sind (s. oben S. 97).

Die Gradation

Über die Entstehung und den Verlauf der *Lyg. abietum*-Gradation liegen bis jetzt nur wenig brauchbare Angaben vor. „Die meisten Autoren beschränken sich auf die Schilderungen des Fraßes und der Schädlingsbilder. Nur hier und da finden sich Beobachtungen eingestreut, aus denen Rückschlüsse auf die wirksamen Kräfte gezogen werden können." Nägeli stellt alle diesbezüglichen Angaben nebst seinen eigenen Beobachtungen zusammen und sucht so wenigstens eine richtungweisende Grundlage für spätere Untersuchungen größeren Stils zu schaffen. Fassen wir das bis jetzt Bekannte kurz zusammen, so ergeben sich folgende Fragen:

1. Ist die Entstehung der Gradation an eine bestimmte Beschaffenheit des Waldes gebunden (Altersklassen, Gesundheitszustand der Bäume, Boden), und ist *Lyg. abietum* ein primärer oder sekundärer Schädling?
2. Wie lange dauert eine Gradation?
3. Durch welche Faktoren wird Entstehung, Verlauf und Zusammenbruch einer Gradation verursacht bzw. bestimmt?

Bezüglich der ersten Frage stimmen fast alle Angaben darin überein, daß ein stärkeres Auftreten von L. abietum stets in jüngeren, 10—30jährigen Beständen beginnt. Wo gegenteilige Behauptungen vorliegen, sind diese entweder darauf zurückzuführen, daß das Anfangsstadium der Gradation übersehen wurde (Lenk 1908) oder daß Verwechslungen mit den Larven anderer Nematinen unterlaufen sein dürften (Borries 1896).

Häufig bleiben die Gradationen auf Jungwüchse beschränkt. Wo es sich um längere Gradationen handelt, greift der Fraß einerseits auch auf ältere Bestände, andererseits junge Kulturen und sogar auf Pflanzkämpe über. Als Beispiel hierfür sei die klassische Naunhofer Gradation angeführt, die 1895 aus einem Fraßherd in einem 10jährigen Fichtenjungwuchs ihren Ausgang nahm und heute auf alle Altersklassen sich erstreckt (Jaehn 1914, Sinz 1920, Mehner 1928).

Bezüglich des Gesundheitszustandes des Bestandes findet sich in der Literatur immer wieder die Ansicht, daß Gradationen nur in kränklichen Beständen aufkommen, wobei vor allem Rauchschaden ins Feld geführt wird mit der Begründung, daß viele der ausgedehnten Befallsgebiete in Hüttengebieten oder sonstigen Industriegebieten liegen. Heiderich (1904) bemerkt hierzu: „Man kann nicht sagen, daß jeder vorübergehende *Nematus*-Fraß durch Rauchschaden bedingt werde, wohl aber die Besorgnis hegen, daß Reviere in milden Lagen, die chronischen Rauchschaden und *Nematus*-Befall haben, das äußerst verderbliche Insekt schwer wieder los werden.“ In Oberschlesien kam es sogar zu einer Klage des Waldbesitzes (Revier Myslowitz-Kattowitz) gegen mehrere Hüttenwerke, da durch den mit Rauchschaden zusammenhängenden *Nematus*-Fraß angeblich ein jährlicher Zuwachsverlust von 70 000 RM entstanden sei. In einem ausführlichen Gegengutachten kommt Borggreve zu dem Schluß, daß die beiden Schädigungen, Rauchschaden und *Nematus*-Fraß, lokal streng voneinander getrennt gewesen seien. „Immerhin läßt sich nicht bestreiten, meint hierzu Nägeli, daß in den Fraßgebieten doch unsichtbare Rauchschaden vorhanden sein könnten.“

Über die Art des Zusammenhangs zwischen Rauchschaden und *Nematus*-Vermehrung ist die Ansicht geäußert worden, daß die Verhärtung der jungen Fichtentriebe in rauchkranken Beständen verlangsamt wird, wodurch den *Nematus*-Larven günstigere Fraßbedingungen geschaffen werden. Nägeli bezweifelt aber, daß die Larven von *Lyg. abietum* bei einem raschen Triebwachstum nicht Schritt halten können. „Wahrscheinlich wäre noch, daß das Austreiben bei rauchgeschädigten Fichten später erfolgt als bei gesunden, eine Vermutung, auf die auch Sinz aufmerksam macht.“

Für das Naunhofer Revier wird in der Hauptsache eine starke Senkung des Grundwasserstandes, die schädigend auf die Bestände eingewirkt hat[1]), als primäre Ursache der dortigen *Nematus*-Gradation angeführt (Jaehn, Sinz). Ein Zusammenhang zwischen der Grundwassersenkung mit der dortigen Gradationsform ist wohl möglich, aber nicht insofern, also durch jene die Bäume in einen kränklichen, den *Nematus*-Larven besonders zusagenden Zustand versetzt, sondern in dem Sinne, daß die Bildung einer Rohhumusschicht be-

---

[1]) In neuerer Zeit wird diese ungünstige Wirkung auf das Naunhofer Revier stark in Zweifel gezogen und es werden andere zwar unbekannte Einflüsse für das schlechte Gedeihen der dortigen Waldungen verantwortlich gemacht (A. F. Meyer 1935).

günstigt wird, und dadurch optimale Bedingungen für die Verpuppung bzw. das Einspinnen der Larven geschaffen werden (s. oben S. 154).

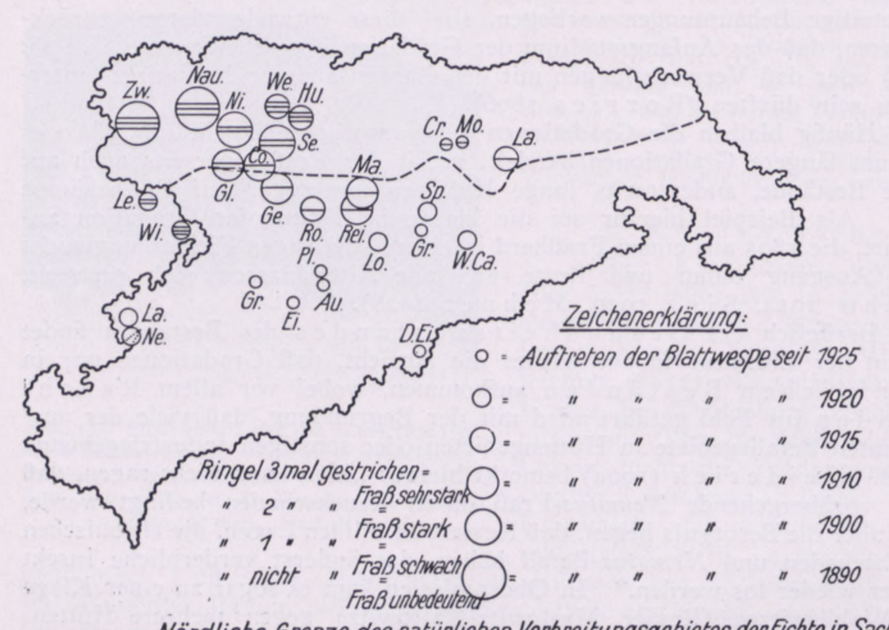


Abb. 146. Die Verbreitung der Gradationen von *Lygaeonematus abietum* Htg. in Sachsen. Nau = Naunhof. Nach Mehner

Die Beobachtungen, die Nägeli in der Schweiz gesammelt hat, sprechen keineswegs dafür, daß der kränkliche Zustand eines Bestandes das Auftreten von *Lyg. abietum* begünstigt oder gar Vorbedingung hierfür sei. Im Gegenteil, es werden häufig die frohwüchsigsten und zuwachsreichsten Bestände am stärksten befallen, so daß an der Primärität des Schädlings nicht zu zweifeln ist.

Was die zweite Frage, die Dauer der Gradationen, betrifft, so zeigt *Lyg. abietum* ein von fast allen Forstinsekten abweichendes Verhalten: Entweder handelt es sich um kurzfristige, mehr oder weniger eng lokalisierte oder aber um langfristige über Jahrzehnte sich hinziehende ausgedehnte Gradationen, bei denen die Massenvermehrungen gewissermaßen zu einem Dauerzustand (in Naunhof bis jetzt über 40 Jahre!) geworden sind.

Im ersteren Fall finden die Gradationen nach wenigen (4—8) Jahren ihr natürliches Ende und der Fraß bleibt in der Hauptsache auf junge Bestände beschränkt.

Im zweiten Fall zeigt das Auftreten wohl Schwankungen, doch bleibt es immer auf einer gewissen schädlichen Höhe. „Der Schaden steigert sich durch jahrzehntelangen Fraß jährlich und wächst allmählich ins Ungeheuerliche" (Mehner 1928). Bei diesen Dauergradationen werden

sämtliche Altersklassen, angefangen von 2—3jährigen Pflanzen bis zum Altholz in gleicher Weise befallen. Die Gefahr für langfristige Gradationen ist dann gegeben, wenn der Boden in den Altholzbeständen oder Dickungen günstige Einspinnbedingungen (Rohhumus!) aufweist. Es entstehen hier dann Kokonlagerstätten, von denen aus immer und immer wieder auch die weniger stark mit Kokon durchsetzten Bestände infiziert werden. Als weiteres ursächliches Moment für Dauergradationen kommt das Ausbleiben wirksamer Parasiten oder wenigstens deren ungemein langsame Vermehrung hinzu. Worauf dieser Mangel beruht, ist erst noch zu untersuchen.

Daß es überhaupt zu so langfristigen Gradationen kommen kann, beruht darauf, daß nie vollständiger Kahlfraß eintritt, weil ja stets nur die Nadeln des jüngsten Jahrestriebes vernichtet werden und so die befallenen Bestände auch bei alljährlich wiederholtem Fraß lebensfähig bleiben. Ein Zusammenbrechen der Kalamität infolge Futtermangels (wie bei Nonne und Eule usw.) ist daher ausgeschlossen, und so kann sich allmählich bei der erhöhten Populationsdichte ein gewisser neuer Gleichgewichtszustand einstellen, der allerdings, wie schon gesagt, von Jahr zu Jahr recht deutliche Intensitätsschwankungen aufweisen kann.



Abb. 147. Wipfeldeformation durch *Lygaeonematus*-Fraß: Bajonettstangenbildung Nach Jaehn



Abb. 148. Mehrwipfeligkeit infolge *Lygaeonematus*-Fraß. Fichte aus dem Naunhofer Revier Nach Jaehn

Die größten langfristigen Gradationen, die wir kennen, spielen sich in den Fichtenwäldern des westlichen sächsischen Niederlandes ab; von denen das Naunhofer Revier schon öfter erwähnt wurde. Aus der Karte (Abb. 146) erhellt, daß „im westlichen sächsischen Niederland die Wespe seit etwa 1890 in stärkerer Vermehrung sich befindet und von hier aus seit etwa 1910 in das übrige sächsische Niederland und dann auch bis in die mittleren Höhenlagen vorgedrungen ist. Seit 1920 tritt sie auch im Gebirge, wenn auch nur vereinzelt, auf; infolgedessen ist der Schaden ganz unbedeutend, während er in den mittleren Lagen von Jahr zu Jahr mehr an Bedeutung gewinnt und im Niederland durch Befressen fast aller Bestände sich in steigendem Maße katastrophal auswirkt" (Mehner).



Abb. 149. Gipfel einer 8jährigen Fichte, welche 2 Jahre hintereinander von *Lygaeonematus abietum* befallen wurde. Bei a der ursprüngliche, abgestorbene Gipfeltrieb. Bei b der einzige überlebende Quirltrieb. Alle übrigen Triebe sind nachträglich aus Präventivknospen entstanden. Längwald bei Oberbipp. Nach Nägeli

Neuerdings tritt *Lygaeonematus abietum* auch in den Fichtenrevieren Ostpreußens (Forstamt Eichwald bei Insterburg) seit 1931 in immer stärkeren Ausmaßen auf. Zu Beginn des Fraßes (1931) wurden die einheitlichen Fichtendickungen betroffen, aber sehr bald griff der Fraß durch das Entstehen und die Ausbreitung neuer Herde auch auf die Fichtenauswüchse und vielseitigen Mischbestandsformen über. Seit 1936 wurde dann auch merklicher Schaden an den Fichtenstangensorten und -althölzern beobachtet. Besonders betroffen sind die 20—30jährigen Fichtendickungen, die häufig mit gänzlich entnadelten braunen Wipfeln ein trostloses Bild abgeben. Auch in ganz typischen Mischbeständen der Fichte mit Eiche, Birke, Aspe und gesunden Böden treten hier starke Schäden auf (Reier 1938).

Bei den langfristigen Gradationen läßt sich eine gewisse Periodizität der Befallsintensität feststellen. Im Naunhofer Gebiet verlief diese nach Sinz (1920) folgendermaßen:

1894—1904 eine zehnjährige Zunahme,
1904—1905 eine zweijährige Abnahme,
1906—1907 wieder eine zweijährige Zunahme,

1908 schwacher Fraß,
1909—1911 wieder zweijährige Zunahme,
1911—1912 wieder zweijährige Abnahme,
1913 starkes Fraßjahr,
1914—1916 dreijährige Abnahme,
1917—1920 dreijährige Zunahme.

Besonders starke Fraßjahre waren in Naunhof 1910, 1918 und vor allem 1919; Jahre mit auffallend geringem Fraß (nach Mehner) 1905, 1912, 1915, 1922 und 1926.

Ganz ähnliche Schwankungen, und zwar teilweise auch mit den Jahren zusammentreffend, konnten in den Gebieten der Schweizer Dauergradation festgestellt werden. In Höhragen war die Kalamität 1910 erst im Beginn, in den Jahren 1918 und 1919 trat ein außerordentlich verheerender Fraß ein, auch 1920 wirkte sich der Fraß noch sehr stark aus, nahm dann aber bis 1923 sukzessive ab, um 1924 wieder aufzuflammen und 1925 einen nie gesehenen Höhepunkt zu erreichen. 1928 war wieder ein deutlicher Rückgang, 1929 nochmals ein starker Befall, bis dann endlich in den folgenden Jahren die Kalamität fast vollständig zusammenbrach.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß diese Schwankungen auf Witterungseinflüsse zurückzuführen sind, da sie in der Schweiz und in Sachsen zum Teil wenigstens gleichsinnig verlaufen, entsprechend dem allgemeinen Witterungscharakter der betreffenden Jahre. Es werden Witterungsextreme wie Dürrezeiten einerseits und überaus nasse Jahre andererseits dafür verantwortlich gemacht, ferner Spätfröste, heftige Unwetter, Stürme usw. Nach Heiderich sollen bei einem starken Ostwind 700 Larven je Quadratmeter heruntergeworfen worden sein (= 7 Millionen je Hektar!). Siehe ferner auch Jaehn (1914) und Mehner (1928).

Damit kommen wir zur dritten Frage über die Ursachen der Entstehung der Gradation usw. Daß die Witterung, besonders im



Abb. 150. Von *Lygaeonematus abietum* befallene vielwipfelige Fichte. Nach Nägeli

April und Mai, auf die Stärke der Vermehrung Einfluß ausüben kann, wird klar, wenn wir bedenken, daß die ♀♀ für die Eiablage auf



Abb. 151. Schopfbildung Nach Jaehn



Abb. 152. Eine nur seltener vorkommende Wipfelmißbildung. Nach Jaehn

einen ganz bestimmten, nur kurz währenden Zustand der jungen Fichtentriebe angewiesen sind. Für den Grad der Vermehrung wird also sehr viel davon abhängen, daß das Schwärmen der Wespe und das Austreiben der Fichte coinzidieren. Beide Vorgänge sind aber wesentlich durch die Witterung bedingt. Setzt aber eine Wärmewelle sehr früh ein, in einem Zeitpunkt, in welchem *Lygaeonematus abietum* noch nicht schlüpfbereit ist, so kann es vorkommen, daß die Triebe bereits über jenen für die Eiablage geeigneten Zustand sich hinaus entwickelt haben, bevor die Wespen erscheinen. Sehr kompliziert sind die Verhältnisse dadurch, daß Niederschläge bei nicht allzu tiefer Temperatur dem Austreiben förderlich sind, während bei stattgehabtem Ausflug der Imagines in dieser Regenperiode keine Eiablage stattfindet (Nägeli); des weiteren aber auch noch dadurch, daß die verschiedenen Altersklassen zu verschiedenen Zeiten austreiben, mitunter mit

Intervallen von mehreren Wochen, so daß entweder nur oder wenigstens in der Hauptsache die Jungwüchse oder aber die älteren Bestände mit Eier belegt werden können. Durch besonders günstige Witterungsbedingungen kann das Intervall verkürzt werden, so daß sowohl die Jungwüchse wie auch das Altholz mit Eier belegt werden können, was natürlich der Vermehrung einen starken Auftrieb geben kann. Dieser Wechselwirkung zwischen dem Austreiben der Fichte und dem Schwärmen der Wespen legt Nägeli mit Recht fundamentale Bedeutung für die Entstehung und den Verlauf der Gradation von *Lyg. abietum* bei. Es werden noch viele eingehende kombinierte meteorologische, phänologische und biologische Untersuchungen notwendig sein, bis wir in dieser Hinsicht klarer sehen.

Auch über den Zusammenbruch einer Gradation (Krisis) wissen wir noch sehr wenig. Der Abbau der langfristigen Gradation in Höhragen (Schweiz) vollzog sich ganz allmählich im Verlauf von etwa 5 Jahren. Nach Nägeli dürften hierbei verschiedene Faktoren mitgewirkt haben: Einmal ist gegen das Ende der Befallsperiode das Parasitierungsprozent beträchtlich angestiegen, sodann haben sich die Bodenverhältnisse durch starke Ausbreitung der Brombeere im Verlauf der Jahre in einem für das Einspinnen ungünstigen Sinne geändert, und endlich mag neben einer stärkeren Vermehrung der Vogelwelt eine Reihe von Jahren mit ungünstiger Witterung Anteil an dem Zusammenbruch der Kalamität gehabt haben.



Abb. 153. Schopfbildung mit einem neuen Wipfeltrieb. Nach Jaehn

Folgen des Fraßes

Die Folgen des Fraßes äußern sich in Deformationen und bei längerer Dauer auch im allmählichen Absterben, das sich zunächst vereinzelt und dann immer zahlreicher einstellt.

Da der Gipfeltrieb und die Seitenäste des oberen Quirls bevorzugt werden, so entstehen vor allem Wipfelmißbildungen, die in den verschiedensten Formen auftreten können (Bajonettbildung, Mehrwipfeligkeit, Schopfbildung usw.). Die so deformierten Pflanzen werden mit verschiedenen Bezeichnungen belegt, wie „Kussel-“ oder „Kollerfichte“, „Spindelfichte“, „Schopffichte“.

Die Bajonettstangen entstehen dadurch, daß nach dem Absterben des Wipfels ein Seitentrieb sich aufrichtet und die Funktion des Wipfels übernimmt (Abb. 147). Wenn mehrere Seitentriebe sich aufrichten, entsteht die „Mehrwipfeligkeit“ (Abb. 148). Diese kann aber auch auf anderm Wege sich bilden, nämlich durch Ersatztriebe aus den Präventivknospen (Abb. 149). Die „Mehrwipfeligkeit“ führt oft zur „Vielwipfeligkeit“ (Abb. 150) und schließlich zur „Schopfbildung“. Die „Schopffichten“ tragen an Stelle des Wipfels eine buschige Ansammlung von Trieben mit den verschiedensten Konturen (Abb. 151 u. 152). Aus dem „Schopf“ können später wieder ein oder mehrere Triebe als Wipfeltriebe herauswachsen (Abb. 153). Sehr häufig tritt die Form auf, die als „Kussel-“ oder „Kollerfichte“ bezeichnet wird, die meist gar keine Wipfelbildung besitzt und eine abnorm abgerundete halbkugelige Form mit verworrener buschiger Verzweigung, zum Teil wie vom Wild stark verbissen, zum Teil wie beschnitten zeigt. Sie entsteht dadurch, daß sowohl der Gipfeltrieb als auch die obersten Seitentriebe befallen werden, wodurch das Wachstum an diesen Stellen stark unterbunden wird, während die unteren Äste normal weiterwachsen. Das andere Extrem stellt die „Spindelfichte“ (Mehner) dar, bei der der Gipfeltrieb vom Fraß mehr oder weniger verschont bleibt und nur die Seitentriebe befressen werden; was zur Folge hat, daß das Höhenwachstum nur wenig beeinträchtigt wird, der Stärkezuwachs jedoch nur gering ist (Abb. 154).

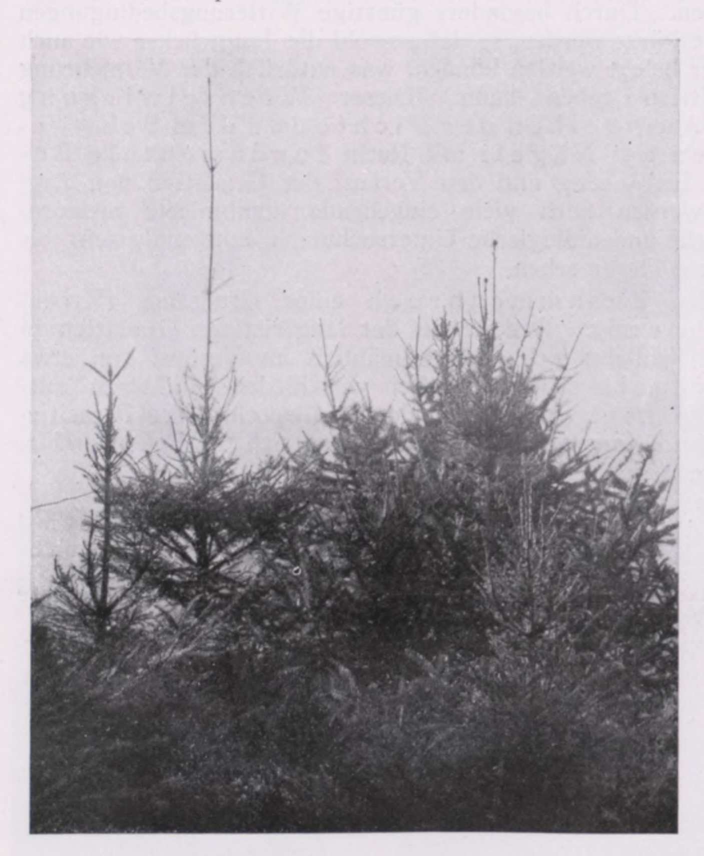


Abb. 154. Von *Lygaeonematus abietum* Htg. befallener Jungwuchs; links: „Spindelfichte“. Nach Nägeli

Beim Altholz sind die Deformationen infolge verlangsamter Wachstumsenergie wesentlich geringer. Sie äußern sich hauptsächlich in einem Abdorren der Seitentriebe. Diese fallen meist nach wenigen Jahren ab und

die Gipfelachse sticht als verzweigungsloser „Spieß“ aus dem Kronendach hervor. Diese kahlen Stangen werden bis 3 m lang und falls nur ein Minimum von Nadelmasse an denselben verbleibt, können sie noch nach Jahren wieder ausschlagen (N ä g e l i).

Die Deformationen können nach dem Verschwinden der Blattwespe w i e d e r a u s h e i l e n (wenigstens äußerlich), so daß auch stark befallene Bäume nach wenigen Jahren im Habitus wieder mehr oder weniger normal aussehen. N ä g e l i bildet eine Reihe von solchen Ausheilungen ab, von



Aufnahme 1927



Aufnahme 1936

Abb. 155. Die Ausheilung von *Lygaeonematus*-Schäden; ca. 50jähriger Bestand. Oben: mit kahlen „Gipfelspießen“. Aufnahme 1927. Unten: der gleiche Bestand nach 6jähriger, fraßloser Periode. Aufnahme 1936. Nach N ä g e l i

denen hier ein besonders charakteristischer Fall wiedergegeben wird (Abb. 155).

Diese Regeneration hebt aber die Folgen eines länger dauernden Lygaeonematus-Fraßes nicht auf. Durch die Schmälerung des Höhenzuwachses wird der Schaft sehr ästig und abholzig, so daß seine Verwendung mehr oder weniger in Frage gestellt wird. Es trifft dies vor allem für die jüngeren 15—40jährigen Bestände zu, da hier die starke Ästigkeit mitten in die Nutzholzpartie des Stammes zu liegen kommt. Werden die Bestände dagegen erst gegen das Haubarkeitsalter hin befallen, so vermag dies in der Nutzholzzone bezüglich der Ästigkeit keine nennenswerte Verschlechterung mehr zu bewirken (Nägeli).

Jaehn (1914) macht noch auf eine andere beträchtliche Ertragseinbuße aufmerksam. Im Naunhofer Revier mußte schon im Jahre 1898 die Lieferung von Christbäumen, die vordem infolge der Nähe der Großstadt Leipzig ein einträgliches Geschäft gewesen war, vollständig eingestellt werden.

Zu dieser auf der Reduktion des Höhenwachstums beruhenden Wertminderung kommt auch noch ein sehr beträchtlicher Verlust an Massenzuwachs. Badoux berechnete bei den befallenen Beständen in Höhragen (Schweiz) einen Massenzuwachsverlust von 2,7 Festmeter je Hektar und Jahr, eine Zahl, die Nägeli eher für zu klein als für zu groß hält.

In der Hauptsache bleibt der Schaden auf die hier geschilderten Wertminderungen durch Wachstumsanomalien und Zuwachsverlust beschränkt.

Bei langdauernden Gradationen kann es aber auch, besonders während längerer Dürreperioden, zum Absterben der durch Jahre hindurch wieder und wieder befressenen Bäume kommen.

In dem Bericht von Sinz vom Naunhofer Fraß wird zum erstenmal im Jahre 1897 von „zahlreichen absterbenden Fichten" gesprochen;
1901 heißt es, die absterbenden Fichten mehren sich;
1902: „hier und da nesterweises Absterben der Fichten";
1903: „bedenklich nimmt die Menge der dürren Fichten zu;
1910: „zahlreiche Fichten werden dürr" (im ganzen an Dürrhölzern rund 616 fm);
1911: „im Herbst war nicht nur ein massenhaftes Einzelsterben von Fichten aller Altersklassen zu beobachten, sondern auch größere Flächen von jüngeren und älteren Kulturen starrten wie nach einem Waldbrand dem Beschauer kahl und öde entgegen. Begünstigt wurde dieses Absterben allerdings stark durch die heurige große und lange anhaltende Trockenheit".

Durch das Absterben der Bäume und die Nadelschütte wird ein Lichtwerden der Bestände hervorgerufen, was wieder eine Verschlechterung des Bodens zur Folge hat. Die Trockentorfbildung wird gefördert und damit werden die Entwicklungsbedingungen (Einspinnmöglichkeit s. oben S. 154) der Blattwespe wesentlich begünstigt. So wird, je länger die Kalamität dauert, die Zukunft des betroffenen Waldes immer schlechter.

Sinz gibt folgende kurze Schilderung vom Jahre 1919, das zu den stärksten Fraßjahren der Naunhofer Dauergradation gehört: „Noch ein solcher Fraß und das Ende der hiesigen Fichtenwirtschaft dürfte besiegelt sein." Etwa 95 % aller Fichten sind befallen. Es gibt kaum mehr ältere Fichten mit normaler Bewipfelung. Eine große Anzahl von ihnen besitzt mehrere, in verschiedenen Jahren abgestorbene 1—5 m lange Wipfel. Die Fichten sehen aus wie Kollerbüsche, aus denen oft meterlang die dürren

Wipfel in die Höhe ragen. Bestände, deren durchschnittliche Höhe vor 10 Jahren etwa 15 m betrug, besitzen heute nur noch eine solche von kaum 12—13 m. Am 13. Juni sahen die Fichtenbestände schon von weitem so rot aus, als ob ein Wipfelfeuer darüber gegangen wäre."

„Mit dem Verschwinden dieses argen Waldverderbers ist", meint Sinz, „unter den gegenwärtigen Verhältnissen leider nicht oder nur erst dann zu rechnen, wenn es ihm gelungen sein wird, die letzte Fichte hier zum Absterben zu bringen. Dieser Zeitpunkt aber dürfte voraussichtlich nicht mehr allzu fern liegen".

In Naunhof hat dann auch der Mensch die Waffen vor der kleinen Fichtenblattwespe gestreckt; d. h. er hat vom weiteren Anbau der Fichte Abstand genommen.

Erkennung und Prognose

Die Erkennung des *Lygaeonematus*-Fraßes bietet keine Schwierigkeit. Beim frischen Fraß sind die Nadeln spärlich befressen, sie knicken an dünnen Stellen meist um und werden schnell braun. Von der Ferne erinnert das Fraßbild an Frost, wovon er aber durch die Fraßspuren leicht zu unterscheiden ist. Später, wenn die Nadeln abgefallen sind, gibt die scharfe Begrenzung des Fraßes auf die diesjährigen Triebe einen guten Anhaltspunkt für die Diagnose. Älterer Fraß ist an den Wachstumstörungen, vor allem an den Wipfelmißbildungen ohne weiteres zu erkennen; die Bilder sind so charakteristisch, daß für den, der einmal einen solchen Fraß gesehen hat, kaum ein Zweifel bestehen dürfte.

Die Prognose bietet besondere Schwierigkeiten. Diese bestehen vor allem darin, daß die Zählung der Kokons im Boden, auf die sich bei den meisten sonstigen im Boden sich verpuppenden Schädlingen wie *Diprion*, Kieferneule und Spanner usw. die Prognose in der Hauptsache stützt, bei *Lyg. abietum* keine zuverlässigen Anhaltspunkte gibt, da die Kokons sehr ungleich in den befallenen Beständen verteilt sind (s. oben S. 153). So kann es kommen, daß in den am stärksten befallenen Abteilungen gar keine oder nur wenig Kokons gefunden werden, während in anderen Abteilungen an einigen Stellen eine große Anhäufung von Kokons angetroffen werden kann, wodurch eine viel zu hohe Befallszahl vorgetäuscht wird. Um durch Kokonzählung zu einem einigermaßen zutreffenden Bild von der Befallsstärke zu gelangen, müßten große Flächen genauestens untersucht werden, was aber der zu hohen Kosten wegen nicht möglich bzw. wirtschaftlich nicht tragbar sein wird [1]).

Man wird allerdings bei jeder Gradation stichprobenweise eine größere Anzahl Kokons sammeln, vor allem deshalb, um den Gesundheitszustand der Population festzustellen.

Vorbeugung und Bekämpfung

Nach Nägelis Beobachtungen ist die Beschaffenheit der Bodendecke, eine leichte Rohhumusschicht mit aufliegender Moosdecke, für das

[1]) Reier (1938) macht außerdem darauf aufmerksam, daß die Kleinheit der *Lygaeonematus*-Kokons unvermeidlich zu großen Übersehfehlern führen würde; er ließ deshalb die zu untersuchenden Bodenproben in Säcken in die Forstschutzstelle schaffen, wo sie genauestens untersucht werden konnten.

Einspinnen in den Kokon von fundamentaler Bedeutung. „In Beständen, welche diesen Anforderungen entsprechen, finden sich daher ausgesprochene Kokonlagerstätten, welche zu einer chronischen alljährlichen Neuinfektion auch der übrigen Bestände führen. Andererseits findet man in rohhumusfreien Waldparzellen, besonders wenn sie noch eine geschlossene Laubholzdecke oder Brombeerüberzug aufweisen, so gut wie gar keine Kokons" (s. dagegen unten Anmerkung 3). So wird die beste Vorbeugung in waldbaulichen Maßnahmen bestehen. „Durch Buchenunterbau und verhältnismäßig rasche Auflockerung des Kronendaches, welche auch die Bildung einer Brombeerdecke begünstigt, wird diese verhängnisvolle Rohhumusschicht abgebaut und damit auch die Möglichkeit der Überwinterung von *Lyg. abietum* auf ein Minimum reduziert [1])."

„Der einzig sichere Weg zur Verhütung von Kalamitäten der kleinen Fichtenblattwespe wird aber stets nur die Begründung gemischter Bestände sein, in welchen die Laubhölzer in hervorragendem Maße vertreten sein müssen. Zu dieser Überzeugung ist man auch in den ausgedehnten Fraßgebieten Sachsens gelangt und auf diese Erkenntnis zielt sicher auch Puster hin, wenn er sagt: „Der Nematus ist dasjenige Insekt, das den Forstmann wieder auf den Weg der Tugend zurückführt [2])." Solange aber inmitten eines Waldkomplexes noch reine Fichtenbestände von größerer Ausdehnung bestehen, sind auch die gemischten Bestände nicht vor Befall gefeit, ja es kann sogar vorkommen, daß die darin enthaltenen Fichten stärker befallen werden als diejenigen der Ausgangsherde [3])."

Wo aber aus irgendeinem Grunde die weitere Begründung reiner Fichtenbestände unumgänglich ist, empfiehlt Nägeli im Hinblick darauf, daß die spättreibenden Fichten besonders stark befallen werden, die Verwendung möglichst frühtreibender Pflanzen.

Zur Unterstützung dieser waldbaulichen Maßnahmen ist in gefährdeten Gebieten weitestgehender Vogelschutz (Star!) zur Vorbeugung von Massenvermehrungen durchzuführen.

Die direkte Bekämpfung der Fichtenblattwespe geschieht am besten durch chemische Mittel zur Abtötung der Larve. Die letzten Erfahrungen hierüber sind in den Arbeiten von Hadorn (1935), Nägeli (1935) und Reier (1938) niedergelegt.

„Eine Prognose des Gesamtbefalls während des Wespenfluges durch Aushängen von Leimtafeln und Auszählen der Fangergebnisse ist insofern zwecklos, als beim Einsetzen des Fluges schon alle prognostischen Vorarbeiten zu einer Großbekämpfung durchgeführt sein müssen." Und so bleibt als die einzige und kürzeste Prognose das Abschätzen des Fraßgrades. Der Bestand des größten Fraßschadens hat auch den Schutz am nötigsten (Reier 1938).

---

[1]) Möglicherweise „kann man dieser Rohhumusschicht an den ausgesprochenen Kokonlagerstätten vermittels Kalkung, insbesondere durch Verwendung von Ätzkalk auf den Leib rücken". Die von Nägeli in dieser Richtung geplanten Versuche konnten leider nicht ausgeführt werden.

[2]) Das Naunhofer Revier war ursprünglich mit Laubholz bestockt und wurde allmählich in einen Fichtenwald übergeführt.

[3]) Nach den Beobachtungen Reiers in Ostpreußen waren auch die hochwertigen Mischbestände des Forstamts Eichwald mit gutem garen Bodenzustand ebenso befallen wie die reinen Fichtenbestände.

Als erschwerende Momente für die chemische Bekämpfung anderen Großschädlingen gegenüber kommen bei *Lygaeonematus* in Betracht:

1. die kurze Zeit, die zur Bekämpfung zur Verfügung steht (die Larvenentwicklung dauert 15—20 Tage),
2. das Vorkommen der Larve auf allen Altersklassen der Fraßpflanze (von 2—3jährigen Pflanzen bis zum Altholz).

Als Gifte kommen in Frage einmal rotenon- oder veratrinhaltige Berührungsgift (wie Pirox, Forestit, Verindal)[1]) und sodann Magengifte (Kalk- oder Bleiarsenat). Beide Gruppen von Giften sind bereits mehrfach versucht worden mit mehr oder weniger befriedigendem Erfolg.

Bei den Kontaktgiften wurde beobachtet, daß ihre Wirkung einmal mit dem Alter der Larven und sodann mit der Entfernung von der Verstäuberbahn stark abnimmt. Es müssen also möglichst junge Stadien getroffen werden und sodann muß der Giftstoff mit einem gewissen Druck in das Nadelkleid geschleudert werden. Bei Magengiften (Kalk-Arsenat) fallen diese Vorbedingungen mehr oder weniger fort.

Handelt es sich um kleinere Befallsherde, so kann die Bestäubung unter Verwendung von Kontaktgiften mit Rücken- oder Motorverstäuber durchgeführt werden, doch nur unter der Voraussetzung, daß man möglichst nahe an die befallenen Pflanzen herankommen kann. So wird man mit dem Motorverstäuber in lückigen nicht zu hohen Beständen gute Erfolge erzielen können. Dagegen müßten Dickungen durch Einhauen von Gassen erst aufgeschlossen werden, am besten schachbrettartig, was aber viel zu hohe Kosten verursachen würde.

Für große Flächen, in denen die Verwendung des Motorverstäubers nicht tunlich, ist die Flugzeugbestäubung das gegebene Kampfmittel, da durch diese alle Altersstufen des Bestandes erfaßt werden können. Hier wird man aus den angegebenen Gründen Magengifte verwenden, da diese, wenn sie einmal an der Nadel festgeklebt sind, längere Zeit wirksam sind und auf alle Stadien tödlich wirken, sobald sie in den Darm aufgenommen sind. Die Versuche, die in der Schweiz und in Ostpreußen mit Kalkarsenat gemacht sind, hatten durchschlagenden Erfolg, und so hat man sich neuerdings auch entschlossen, in den ostpreußischen Fraßgebieten auf den großen Flächen Flugzeugbestäubungen mit diesem Giftstoff vornehmen zu lassen[2]).

Von den übrigen Fichtennematinen sind noch folgende Arten forstlich beachtenswert:

Pachynematus montanus Zadd.

Diese Art (Beschreibung s. oben S. 137) trat seit 1908 in Sachsen in manchen Fichtenbeständen des Hügellandes schädlich auf, worüber Escherich und Baer (1913) einiges berichten.

Die Flugzeit fällt in den Mai (im Tharandter Revier wurden die ersten Wespen um den 10. Mai, die letzten in den ersten Tagen des

[1]) Von den gegen Nonne und Spanner verwendeten Dinitro-Kresolen (Detal, Effusan usw.) ist wegen der starken Verbrennungserscheinungen an den jungen Trieben besser abzusehen, zumal bei jungen Pflanzen (Nägeli).

[2]) Neuerdings werden im Weinbau sehr wirksame arsenfreie Magengifte verwandt. Man sollte nicht versäumen, mit diesen auch Versuche gegen *Nematus* zu machen, da arsenhaltige Mittel im Wald möglichst vermieden werden sollten.

Juni beobachtet, und zwar in den ersten zwei Wochen nur ♂♂, erst gegen Ende des Monats auch ♀♀). Die sehr zarthäutigen, weißlichen E i e r werden rein äußerlich an die Fichtennadeln angeklebt, und zwar einzeln. Dieser Art der Eiablage entspricht auch die Legesäge, die wesentlich kleiner und viel schwächer chitinisiert ist als bei *Lyg. abietum* (Abb. 157). Die L a r v e n schlüpfen etwa nach 2 Wochen; nach dreiwöchentlichem Fraß sind sie erwachsen und sie begeben sich dann, etwa anfangs Juli in den Boden, um sich hier in einem Kokon, der dem von *Lyg. abietum* ganz ähnlich ist, einzuspinnen.

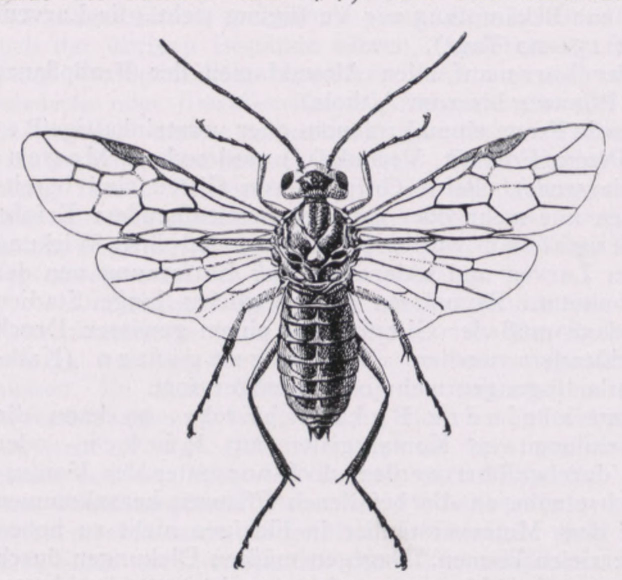


Abb. 156. Weibchen von *Pachynematus montanus* Zadd. (6/1 nat. Gr.)

Der F r a ß läßt sich von dem des *Lyg. abietum* durch folgende Merkmale unterscheiden: Während *abietum* in erster Linie den Höhentrieb und die obersten Quirltriebe befällt, macht sich der Fraß von *Pachynematus montanus* erst unterhalb davon, an dem vorjährigen und noch mehr an den Zweigen der 3—4 vorangegangenen Jahrgänge bemerkbar. Da er weiter nach unten zu an den reicher benadelten Ästen wieder mehr zurücktritt, so bieten wenigstens die schwächer befressenen Bäume den eigentümlichen Anblick einer unterhalb der Spitze ein bis mehrere Meter w e i t e n t - n a d e l t e n K r o n e dar. Nach längerem und stärkerem Fraße verwischt sich allerdings dieser Unterschied mehr und mehr, da dann auch die unteren Partien des Baumes stärker befallen sind.

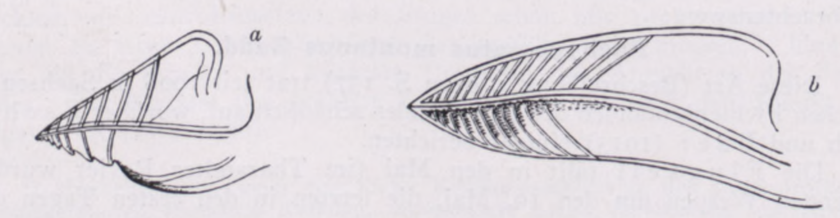


Abb. 157. Legesäge (Seitenansicht) von: a *Pachynematus montanus* Zadd., b *Lygaeonematus abietum* Htg. (37 mal)

Aber auch der Einzelfraß an der Nadel ist anders als bei *abietum:* Während die Larve der letzteren die Nadeln mehr von der Kante her angreift und die härteren Gefäßbündel verschont, an denen dann die übrig

gebliebene Nadelspitze wie an einem Fädchen herabhängt, befressen die *montanus*-Larven die Nadeln von einer der Flächen her, so daß nur ein dünnes, durchsichtiges Häutchen stehen bleibt (Abb. 158); und zwar beschränken sie sich dabei nicht nur auf die Nadeln der Maitriebe, sondern gehen nach Bedarf auch auf die älteren Nadeln über. Die zarten Häutchen schrumpfen natürlich bald zusammen und gleichen dann allerdings sehr den von *abietum*-Fraß herrührenden Nadelresten, während die frisch befressenen Zweige ohne weiteres davon zu unterscheiden sind. — Durch die hier geschilderte Fraßart erklärt sich wohl auch die Erscheinung, daß die Larven die flacheren Nadeln bevorzugen und daher die dicken, vierkantigen Nadeln, wie sie von den jüngsten Trieben der äußersten Wipfel am stärksten ausgebildet werden, verschonen.

Infolge des Verbleibens der chlorophyllosen Nadelreste erhalten die befressenen Baumkronen zunächst ein fahles, an den Fraß von *Tortrix (Asthenia) pygmaeana* (s. Bd. III, 333) erinnerndes Aussehen. Später, wenn die Nadelreste vertrocknet sind, nehmen die befallenen Bestände eine intensiv rote Färbung an, ähnlich wie die von *Lygaeonematus abietum* heimgesuchten.

Befallen wurden bei dem sächsischen Fraß (im Tharandter, Wendischcarsdorfer, Loßnitzer Revier, ferner im Werdauer Wald usw.) in der Hauptsache 40—70 jährige Bestände, doch auch jüngere, 25—30jährige und sogar Kulturen, letztere nur an den Rändern älterer stark befallener Bestände, von denen die Larven übergeweht wurden. Die Folgen des Fraßes bestehen in der Hauptsache in Zuwachsverlusten und in der Dispositionsschaffung für sekundäre Schädlinge. So ist im Werdauer Wald im Gefolge von rund 5jährigem *montanus*-Fraß der Harzrüsselkäfer aufgetreten, der eine größere Anzahl Stämme zum Absterben brachte.



Abb. 158. Fichtenzweig mit dem Fraß von *Pachynematus montanus* Zadd. Die Larven haben einen Teil der Nadeln von der Fläche her so weit befressen, daß nur die Oberhaut der gegenüberliegenden Fläche als dünnes durchscheinendes Häutchen stehengeblieben ist. (5/4 nat. Gr.)

Pachynematus scutellatus Htg.

Nägeli (1935, S. 250) erwähnt diese Art im Zusammenhang mit dem Schwärmen von *Lyg. abietum,* und zwar insofern als durch das Schwärmen des *scutellatus* eine Täuschung über die Intensität des *abietum*-Fluges verursacht werden kann. Nach Nägeli flogen in einigen der Schweizer Befallsgebiete die *scutellatus*-♂♂ oft zu Tausenden um die herabhängenden Äste des Altholzes und wohl auch um dessen Gipfel. Bei näherer Betrachtung sind die beiden Arten allerdings leicht zu unterscheiden, da die ♂♂ von *Pach. scutellatus* bedeutend größer sind als die von *L. abietum.*

Pach. scutellatus fliegt etwas früher als *Lyg. abietum,* doch dehnt sich die Flugzeit länger aus

(etwa von den ersten Tagen bis zu den letzten Tagen des Mai). Ganz auffallend fand Nägeli das starke Überwiegen der ♂♂; auf Hunderte von ♂♂ findet man häufig nur ein einziges ♀. „Aus diesem Grund erklärt es sich, daß trotz dem oft außerordentlich starken Schwärmen dieser Art nie ein fühlbarer Fraß eintrat."

Die Larve, die zu den gestreiften Formen gehört, frißt an den vorjährigen Nadeln. Sie verpuppt sich in einem vorne breiten und nach hinten zugespitzen Kokon im Boden.

Lygaeonematus subarcticus Forssl.

Eine starke Massenvermehrung dieser nordischen der *Lyg. abietum*-Gruppe nahestehenden Art wird von Forsslund (1938) beschrieben (s. auch Hofmann Chr. 1938). Der Fraß wurde zum erstenmal in Südlappland an einzelnen schwächeren Fichten beobachtet. 1933 waren bereits auf einer Fläche von 5000 ha 10—20 % der Fichten angegriffen und 1934 erstreckte sich das Fraßgebiet über 7000—8000 ha, wobei innerhalb der meisten heimgesuchten Teile praktisch alle Fichten von den stärksten bis zu den 40—50 cm hohen Pflanzen befallen waren. 1935 trat ein merkliches Abflauen der Gradation ein, und 1938 war kaum noch nennenswerter Fraß zu beobachten. Das Befallsgebiet war hochgelegen (hauptsächlich Berghänge in rund 800—1000 m Meereshöhe); die befallenen Bestände waren von für lappländische Verhältnisse auffallend gutem Wuchs, was auf den kalk- und schieferreichen Gebirgsboden zurückzuführen ist (die Bodenvegetation ist reich an Farnen und Kräutern)[1].

Der Fraß beschränkt sich wie bei *abietum* auf die Nadeln der jungen Triebe und so sind auch die Fraßbilder und Folgen des Fraßes ganz ähnlich denen der letzteren Art.

Forsslund führt als Ursache der Massenvermehrung in erster Linie die Witterung und die Bodenfeuchtigkeit im Frühjahr und Vorsommer an; die Fraßjahre des *L. subarcticus* zeichnen sich durch hohe Temperatur und geringe Niederschläge aus.

Über die meisten der anderen Fichten-Nematinen, die forstlich bis jetzt noch nicht nennenswert schädlich aufgetreten, sind oben einige biologische Angaben eingestreut:

Pachynematus nigriceps Htg. s. S. 137.
Lygaeonematus stecki Nägeli s. S. 139.
— *saxeseni* Htg. s. S. 139.
— *compressus* Htg. s. S. 139.
— *ambiguus* Fall. s. S. 139.

2. An Lärche (*Larix*)

Wie die Fichtenblattwespen gehören auch die Lärchenblattwespen ausschließlich den Nematinen an. Die wichtigsten Arten sind:

Nematus (Holcocneme) erichsoni Htg.
Lygaeonematus wesmaeli Tischb.
— *laricis* Htg.
Platycampus ovatus Zadd.
— *pectoralis* Lep.

Außerdem werden als an Lärche vorkommend noch angeführt: *Platycampus duplex* Lep. und *Pachynematus imperfectus* Zadd.

[1]) *Lyg. abietum* ist nur aus den südlichen Provinzen Schwedens (Skane und Östergötland) bekannt, während *Lyg. saxeseni* Htg. und *compressus* Htg. weiterverbreitet sind und im größten Teil des Landes vorkommen. *Lyg. subarcticus* Forssl. steht *L. abietum* nahe.

Tabelle zur Bestimmung der erwachsenen Larven (s. Taf. III)

1 Kopf glänzend schwarz, Körper graugrün mit mattem Glanz. Die graue Farbe ventralwärts allmählich heller werdend, leicht ins Grünliche übergehend. Auf jedem Segment einzelne hellere Punkte, sowie zerstreute schwarze Härchen. Stigmen braun. Länge 15—20 mm (Taf. III) Nematus erichsoni Htg.

— Kopf nicht schwarz; meist wie der übrige Körper gefärbt oder dunkler, Grundfarbe des Körpers hellbraun oder grün 2

2 Hellbraun mit dunkler Zeichnung. Der Leib nach hinten zu stark verjüngt. Die dunklen Punkte und Flecken verdichten sich zu Längsstreifen, die zu beiden Seiten des Rückengefäßes und über den Bauchfüßen verlaufen. Länge 10—14 mm (Taf. III, 4) . . . . . Platycampus pectoralis Lep.[1])

— Heller oder dunkler grün, einfarbig oder mit Längsstreifen 3

3 Ohne ausgesprochene Längsstreifung. Kopf etwas dunkler, bräunlich. Die vorderen Segmente mit je 2 Querreihen feiner Dörnchen. Länge 8—9 mm.
Lygaeonematus wesmaeli Tischb.

— Mit mehr oder weniger ausgesprochener Längsstreifung 4

4 Kopf gleich gefärbt wie der übrige Körper, hell- bis mittelgrün. Das Rückengefäß beiderseits weiß eingefaßt, über den Füßen ebenfalls ein weißer Längsstreif.
Lygaeonematus laricis Htg.

— Kopf dunkler als der übrige Körper, mehr bräunlich- oder graugrün. An den Seiten des Körpers ein deutlich abgesetzter rund 1 mm breiter dunklerer (grauer) Längsstreifen. Das Rückengefäß scheint dunkler durch. Über den Brustfüßen steht je ein dunkelgrüner Längswisch (Taf. III, 5).
Platycampus ovatus Zadd.

Bionomie, Ökologie und forstliches Verhalten der Lärchennematinen [2])

Die wichtigsten der oben genannten Arten sind Nematus erichsoni Htg., Lygaeonematus wesmaeli Tischb., und Lyg. laricis Htg. Diese sind es in der Hauptsache, die an den Fraßschäden beteiligt sind. Bisweilen fressen alle drei oder wenigstens zwei von ihnen gemeinsam an einer Pflanze. Dazu kann auch noch die eine oder andere Art der übrigen weniger häufigen Lärchenblattwespen kommen.

Nematus (Holcocneme) [3]) erichsoni Htg.

Die große Lärchenblattwespe

Eine große Art (Länge 8,5—9,5 mm). Kopf und Thorax großenteils schwarz, bei letzterem die Tegulae und die Ecken des Pronotums braun oder gelb. Beine größtenteils gelblich oder bräunlich gefärbt. Hinterleib rot, in der Regel das 1. und das 6.—9. Segment schwarz.

Die große Lärchenblattwespe ist über ein weites Gebiet verbreitet: von England bis nach Sibirien; außerdem kommt sie im ganzen Lärchengebiet von Nordamerika vor, von der Atlantischen Küste bis zum Pazifik (s. unten S. 185).

Die Hauptflugzeit findet je nach Örtlichkeit und Klima von Mitte Mai bis Juli statt, entsprechend dem Austreiben der Längstriebe. In

[1]) Bezüglich der dunklen Zeichnung scheint die Larve von *Platycampus duplex* Lep. der von *pectoralis* ähnlich zu sein, doch wird als Grundfarbe schmutziggrün angegeben. Kopf „bleichrotgelb, braun behaart“ (Enslin).

[2]) Eine eingehende Darstellung der Bionomie usw. der Lärchen-Nematinen gibt Thielmann (1939, S. 169—214).

[3]) Die Merkmale der Gattung *Nematus* Pz. (= *Holcocneme* Knw.) s. oben S. 134.

unseren Breiten kann man wohl den Juni als den Beginn der Hauptflugzeit annehmen. Polyakow (1928) gibt für Sibirien Ende Juni und anfangs Juli an, ebenso Watson für Amerika.

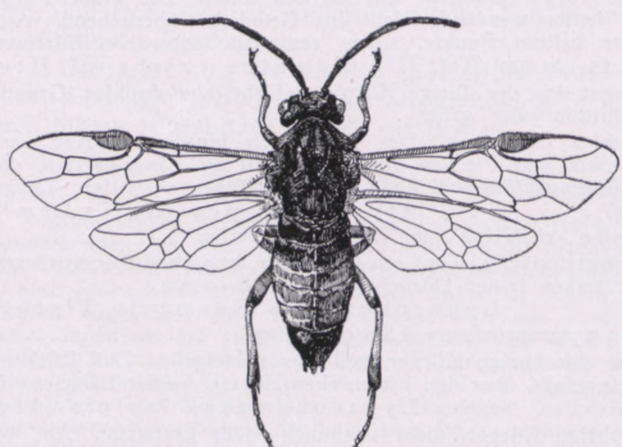


Abb. 159. *Nematus erichsoni* Htg. ♀ ($3^1/_2$ mal)

Das Schwärmen findet am Ort des Schlüpfens besonders zur Zeit der größten Sonnenbestrahlung statt.

Die Lebensdauer der ♀♀ beträgt nach Polyakow etwa 14 Tage. Die Begattung wurde bis jetzt nur selten beobachtet (Tischbein), sie scheint selten vorzukommen. Die Fortpflanzung geschieht in der Regel parthenogenetisch.

Die Eiablage beginnt einige Tage — nach Hewitt unmittelbar, nach Polyakow nach 3—4 Tagen und nach Levtejew nach 12—14 Tagen — nach dem Schlüpfen. „Das ♀ schneidet mit seiner Säge die feine Epidermis der noch unverholzten jungen Langtriebe auf und legt dort in Zeilen zu einem, seltener zu zweien der Länge nach in den gesägten Schlitz die Eier ab, und zwar so, daß das kleine 1,5 mm lange birnförmige Ei mehr als zur Hälfte bedeckt ist. Die Eier lassen sich ohne Schwierigkeit herausnehmen. In einer Reihe werden 13—50 Eier abgelegt (Polyakow), je nach der Länge und Entwicklungsfähigkeit des angesägten Zweiges. Aus Amerika wird berichtet, daß das ♀ den Zweig nicht annimmt, wenn er nicht eine gewisse Mindestlänge (1,5 cm) hat, so daß das Tier andernfalls lieber ohne die Eiablage stirbt. — Für die Eiablage werden, wie auch bei anderen Blattwespenarten beobachtet wurde, hauptsächlich die besonnten, windgeschützten Teile der Pflanze bevorzugt. Das ♀ legt im ganzen rund 40—50 Eier ab.

Als Eientwicklungsdauer werden 6—10 Tage angegeben, je nach Temperatur und anderen Umwelteinflüssen. Gegen Ende ihrer Entwicklung verfärben sich die weiß-gelblichen Eier und schwellen an. Man kann die Lage der Larve an der durchscheinenden Schwärze der Augenpunkte erkennen. Der Kopf ist stets nach der Spitze des Triebes gerichtet.

Durch das Anschneiden der jungen Zweige sowie durch das Anschwellen der Eier, das wohl durch Saftentzug aus der Pflanze geschieht, tritt oft eine Deformation des Zweiges ein; er pflegt sich nach der Seite, wo die Eier eingebettet waren, zu krümmen, bisweilen so stark, daß die Spitze entgegen ihrer früheren Richtung zeigt. Das Ende schrumpft dann ein und vertrocknet häufig ganz. An diesen vertrockneten gekrümmten Langtrieben mit einseitig beschädigter Rinde kann man auf den ersten Blick

einen Befall, selbst einen nur schwachen, durch *N. erichsoni* feststellen (T h i e l m a n n).

Die L a r v e schlüpft zuerst mit dem Kopf, zuletzt mit dem Schwanz, der oft noch einige Stunden in der Schale bleibt. Letztere bleibt in dem Schlitz der Lärchenrinde zurück. Die Hauptschlüpfzeit fällt bei uns in die zweite Juni- und erste Julihälfte. Sie richtet sich nach den Temperaturverhältnissen der betreffenden Gegend. T h i e l m a n n konnte in der Oberpfalz vor dem 5. Juli keine Eilarven finden. H e w i t t gibt für Amerika Ende Mai, anfangs Juni an.

Die Eilarve ist etwa 2,5 mm lang, der Kopf ist auffallend breit und setzt sich deutlich ab. Er ist bis auf die schwarzen Augenpunkte hell, graubraun, ebenso auch die Brustfüße; erst nach der ersten Häutung verfärben sich beide Körperteile zum glänzenden Schwarz. Der Körper der Eilarve verjüngt sich stark nach hinten.

Die Larve begibt sich alsbald nach dem Schlüpfen an die Kurztriebe, deren Nadeln ihre Hauptnahrung darstellen; die Nadeln der Langtriebe werden gewöhnlich nicht angenommen, oder aber erst dann, wenn keine Kurztriebnadeln mehr zur Verfügung stehen.

„Der Fraß erfolgt, vor allem in jüngeren Stadien, herdenweise, jedoch nicht so dicht gedrängt wie bei *Diprion,* wodurch sich diese Wespe von den später zu beschreibenden Arten unterscheidet, bei denen mehr der Einzelfraß die Norm ist. Die Tiere sind sehr träge und bewegen sich nicht weiter, bevor die vorhandenen Nadeln des befressenen Kurztriebes nicht abgefressen sind.

Der Fraß der jüngeren Stadien kann als Narben- oder Schartenfraß bezeichnet werden (Abb. 161). Ein Teil der Nadeln bleibt stehen; während die späteren Stadien nur einen kleinen Stummel übrig lassen, ja bei Nahrungsknappheit — etwa in der Zucht — die Nadeln bis zur Basis auffressen (vgl. Abb. 162).

Die Wirkung des gemeinschaftlichen Fraßes ist die, daß selbst bei mäßigem Befall leicht einzelne Bäume oder Baumteile kahlgefressen werden. Die übrigbleibenden Langtriebe vertrocknen dann meistens, verfärben sich und werden rot.



Abb. 160. Eiablage von *N. erichsoni* Htg. in einem jungen Längstrieb. Nach H e w i t t

Ein von *N. erichsoni* befressener Kurztrieb zeigt einzelne gleich lang stehengebliebene Basalstümpfe, die dann später braun werden, und vereinzelte ganze Nadeln (vgl. Abb. 163).

Die Gefräßigkeit der Larven ist groß. Tag und Nacht kann man sie beim Fressen antreffen mit nur kleinen Ruhepausen, ein Umstand, der naturgemäß zur schnellen Entnadelung der betroffenen Pflanzen führen muß. E s w e r d e n L ä r c h e n j e d e n A l t e r s b e f a l l e n (T h i e l m a n n)."

Als N a h r u n g s p f l a n z e scheint nur die L ä r c h e in den verschiedenen Arten *(Larix europaea, leptolepis, sibirica, americana)* in Betracht zu kommen. Anders lautende Angaben, wonach auch *Thuja* angegangen werden soll, bedürfen

noch der Bestätigung. Niemals werden Fichte, Fohre oder Tanne angegangen, auch wenn infolge Kahlfraßes der danebenstehenden Lärchen Nahrungsmangel eintreten sollte.

Die Dauer der Larvenentwicklung (bis zum Einspinnen) beträgt rund $2^1/_2$—4 Wochen, wobei eine Temperatur von 18—20 ° C als optimal angesehen werden kann [1]). Die Zahl der Häutungen wird mit 3 (Packard) bis 5 (Hewitt, Levtejew u. a.) angegeben. Sie scheint je nach den Gegenden



Abb. 161. Fraß der Eilarve von *N. erichsoni* Htg. an Lärchennadeln. Nach Thielmann



Abb. 162. Kahlfraß von *N. erichsoni* Htg. an den Kurztrieben. Nach Thielmann



Abb. 163. Lärchenzweig besetzt von Altlarven von *N. erichsoni* Htg. Nach Watson

und Jahren (Temperatur!) zu schwanken. So konnte Hewitt in Canada im Jahr 1910 4, im Jahr 1911 dagegen 5 Häutungen feststellen.

Wenn die Larve erwachsen ist, läßt sie sich zu Boden fallen, wo sie zwischen Moos, Streu und anderem Bodenbelag einen geeigneten Platz zum Einspinnen sucht.

Der Kokon wird innerhalb der Bodenstreu gesponnen. Er ist 10—11 mm lang, zunächst grünlichweiß, verfärbt sich in einigen Tagen unter dem Einfluß von Feuchtigkeit hell- und dann dunkelbraun (vgl. Abb. 164 u. Tafel I 1 b). Doch konnte Thielmann die Beobachtung machen, daß Kokons, die kurz nach dem Einspinnen in normale Zimmerfeuchte verbracht wurden (etwa 40—50 % rel. Feuchtigkeit), sich nicht verfärbten, sondern grünlichweiß blieben und daß die darin befindlichen Larven nach wenigen Tagen abstarben. Ebenso war es nicht möglich im Zimmer Kokons zu überwintern.

Die meisten Kokons finden sich in der Nähe des Stammes. Tischbein stellte 25—30 Kokons je Quadratfuß fest. Jedoch ist es bei der

---

[1]) Nach Marlatt ist die Larve von *N. erichsoni* gegen hohe Temperaturen besonders empfindlich.

ungleichen Verteilung der Kokons im Boden, wie bei der je nach Bodenbeschaffenheit (Graswuchs!) schwierigen Auffindbarkeit derselben unmöglich, hier irgendwelche allgemeingültigen Zahlen anzugeben (vgl. das oben über die Kokons von *Lyg. abietum* Gesagte).

Die Larve überwintert in dem Kokon und geht im Frühjahr durch Häutung in die Puppe über. Die Verpuppung erfolgt (wie bei der Fichtenblattwespe, bei *Diprion* usw.) rund 2—3 Wochen vor dem Schlüpfen. In den meisten Fällen liegt einjährige Generation vor und erfolgt die Verpuppung also im nächsten Frühjahr. Ein Überliegen kommt zwar vor, doch weit seltener als bei *Lyda* oder *Diprion* [1]).

Das Schlüpfen zieht sich über eine längere Zeitdauer hin (was sich natürlich auch auf die Länge der Fraßzeit, die sich von Anfang Juni bis Anfang September ausdehnen kann, auswirkt). Die frisch geschlüpfte Wespe nagt den Kokon an der Stirnseite durch und verläßt ihn durch dieses so entstandene Loch. Die Ränder desselben sind unregelmäßig und gezackt, im Gegensatz zu der Schlüpföffnung der Kokons von *Diprion* usw. (Abb. 165).

Das Geschlechterverhältnis zeigt ein starkes Überwiegen der ♀♀. Graham gibt das Verhältnis von ♀♀ zu ♂♂ mit 96 : 4 und Marlatt wie 25 : 1 an. Die Parthenogenese spielt also bei der Fortpflanzung von *N. erichsoni* eine große Rolle, ja sie scheint beinahe die Regel zu sein. Ob in dieser Beziehung auch ein geographischer Unterschied besteht wie bei *Diprion polytomum* (s. oben S. 125), darüber sind wir noch nicht näher unterrichtet.

Feinde. — Unter den Feinden von *N. erichsoni* stehen die Mäuse obenan. Sie vernichten in großen Mengen die im Boden liegenden Kokons. In einem guten Mäusejahr kann eine Verminderung der Kokons um die Hälfte und mehr durch Mäuse verursacht werden. In den amerikanischen Befallsgebieten wurden 40 % bis 80 % Mortalität durch Mäuse beobachtet. Die Art der Verletzung (Zahnspur) lassen den Urheber unschwer erkennen.

Abb. 164. Kokon von: 1 *Lyg. laricis* Htg., 2 *Platycampus ovatus* Zadd., 3 *Lyg. wesmaeli* Tischb., 4 *N. erichsoni* Htg., 5 *Platycampus pectoralis* Lep. (in Sand eingesponnen). Nach Thielmann

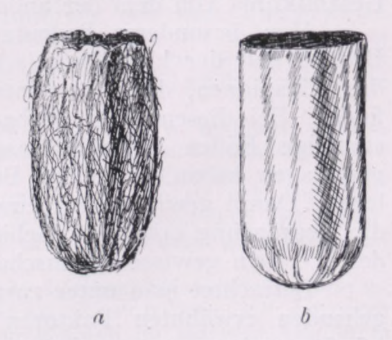


Abb. 165. Verlassene Kokons, a von *N. erichsoni* Htg., b von *Diprion*. Nach Thielmann

[1]) Für die sibirischen Massenvermehrungen gibt allerdings Levtejew an, daß dort ein 50prozent. Überliegen die Regel bilde.

Da die Mäuse in sumpfigen Gebieten sich nur schlecht halten können, sind dort die Vermehrungsbedingungen für die Blattwespen günstig.

Die Vögel treten den Mäusen gegenüber als Vernichtungsfaktoren stark zurück; es kommen ungefähr die gleichen Arten in Betracht, wie bei *Lyg. abietum* (s. oben S. 156).

An Parasiten sind eine ganze Anzahl Arten gezogen worden, vor allem in England (zum größten Teil zum Zweck der Einführung in Amerika). Baird (1923) führt an: zwei Ichneumonen, fünf Cryptinen (der Gattungen *Microcryptus, Spilocryptus, Aptesis, Cryptus, Hemiteles*), vier Tryphoninen (*Mesoleius tenthredinis* Morley, ferner Angehörige der Gattungen *Perilissus* und *Hypamblys),* zwei Braconiden *(Microgaster sp.* und *Microplitis sp.),* ferner einige Chalcididen *(Pteromalus klugii)* und endlich zwei Tachinen *(Zenillia pexops* B. B., *Exorista crinita* Rond.). Außerdem ist auch noch die Tachine *Sturmia bimaculata* Htg. aus *erichsoni* gezogen worden.

Der Hauptparasit von *N. erichsoni* in England ist der Tryphonine *Mesoleius tenthredinis* Morl., der dort zuweilen bis zu 70 % der Larven (im Kokon) parasitiert (Long 1934). Er wurde von Hewitt mit gutem Erfolg in Kanada eingeführt.

Auch Pilzkrankheiten (*Isaria farinosa* und *Cordiceps*) treten bisweilen auf, doch scheint ihnen bei der Vermehrungsregulierung keine große Bedeutung zuzukommen.

Die Gradationen und ihre Folgen. — Nach Thielmann bedarf *N. erichsoni* zu seiner Entwicklung einer ziemlich hohen „Feuchte". Eine Massenvermehrung ist daher besonders da zu befürchten, wo (bei einer Sommertemperatur von 16—21 °) eine solche Niederschlagsmenge zur Verfügung steht, daß der Regenfaktor 2,0 nicht wesentlich übersteigt. Daß jedoch die Niederschlagsmenge nicht allein den Ausschlag gibt, zeigt sich bei den Orten an der Seeküste, die auffallend geringe Niederschlagszahlen für die in Frage stehenden Monate aufweisen; doch wirkt hier die Nähe des Meeres in entsprechender Weise und reichert die Luft mit Wasserdampf an, so daß die Verdunstung hintangehalten wird und das Gesamtklima von dem der anderen Schadorte nicht wesentlich abweicht.

Von besonderer Bedeutung für *N. erichsoni* ist die Feuchte des Bodens und der kleinklimatische Zustand der bodennahen Schicht, in der das Einspinnen, das Überwintern und die Verpuppung der Larven stattfindet. Bei diesem Tier beobachten wir, daß es feuchte, ja oft geradezu sumpfige Böden bevorzugt, so daß die Amerikaner sogar schon vorgeschlagen haben, zu seiner Bekämpfung diese Sumpfstrecken trocken zu legen. Damit gewinnen wir einen weiteren Faktor, der die Verbreitung und die Begrenzung optimaler Gebiete mitbestimmt; nämlich die Tatsache, daß der Boden gewisse Eigenschaften besitzen muß.

Betrachtet man unter zusammenfassender Beachtung aller im Vorhergehenden erwähnten Faktoren eine Waldkarte mit dem eingezeichneten Lärchenvorkommen, so findet man, daß diese Bedingungen des amerikanischen Seengebietes, welches erfahrungsmäßig als Optimalgebiet angesprochen werden kann, nur noch einigermaßen in England sich wiederfinden, obwohl auch hier von einem solchen Reinvorkommen der Lärche wie bei anderen Forstpflanzen nicht die Rede sein kann. Die Vorkommen an der Küste in Dänemark, Norwegen, Holland und Schweden, sowie in

Norddeutschland (Holstein) haben nicht mehr diese optimalen Bedingungen; noch weniger die Inlandsgebiete, von denen ein Auftreten auch nur sporadisch bekannt ist.

Die Temperaturen erreichen in den Gebieten des nordeuropäischen Vorkommens nicht die optimale Durchschnittshöhe; auch fehlt es an geschlossenen Anbauflächen der Nährpflanze, während im südlichen Deutschland neben dem Fehlen der Lärchenreinbestände hauptsächlich die mangelnde Feuchte den begrenzenden Faktor darstellt, im Gebirge und Vorgebirge jedoch auch wieder die Temperaturfrage in den Vordergrund tritt.

Zusammenfassend läßt sich also für *N. erichsoni* die Vermutung aussprechen, daß einer Massenvermehrung dieser Art in Deutschland derartige Widerstände entgegengesetzt sind, daß eine solche auf längere Dauer ernstlich nicht zu befürchten ist (Thielmann).

So sind denn auch in Deutschland bis jetzt die Gradationen von *N. erichsoni* auf kleinere Gebiete beschränkt geblieben: In Holstein wurden im Jahre 1838 viele Lärchen kahlgefressen (Tischbein) und in Mecklenburg kam die Wespe 1933 an einzelnen Stellen „massenweise vor" (Hsin). Sonst wurde sie noch im Harz beobachtet (von Saxesen 1835 u. 1838), ferner in Holland und Dänemark. Mit einem sporadischen Einzelvorkommen ist im ganzen mitteleuropäischen Lärchengebiet zu rechnen.

Ganz anders in England, wo sie seit 1904 sich immer weiter ausbreitete und mit geringen Unterbrechungen an verschiedenen Orten größere Kalamitäten mit Kahlfraß verursachte. Zuerst 1904 bis 1906 in Cumberland, 1908 in Keswik (Seengebiet in Nord-England), wo auf 200 acres die Lärchen abstarben. 1912 mußten auf dem Skidawgebirge (bei Keswik) 30 000 Lärchen gefällt werden. 1913 berichtet Middleton von einer beginnenden Kalamität im Seengebiet von Wales, obgleich die Zahl der Parasiten hier größer gewesen sein soll als in neubefallenen Gebieten. Im gleichen Jahr trat sie nach Mac Dougall auch in verschiedenen Gebieten Schottlands auf. Ihre Bedeutung für England mag aus der Tatsache erhellen, daß sie unter die anzeigepflichtigen Großschädlinge vom Ackerbauministerium eingereiht wurde. 1914 ist die Art bereits über ganz England in ziemlichem Ausmaße verbreitet.

In den nordischen Ländern ist sie verschiedentlich aufgetreten, so berichtet Tullgreen, daß sie in der Zeit von 1912—1916 an mehreren Orten Schwedens schädlich geworden ist. Diese Vermehrung fand nach Thompson in Angermanland, Smaland und Skane (Mittelschweden) statt. Im Zusammenhang damit scheint das Auftreten 1915 in Norwegen zu stehen, von dem Schöyen berichtet, und ein ebensolches in Finnland. In den Niederlanden wurde die Wespe 1869 bei Vorst beobachtet.

Nach Mitteilungen Levtejews, die von Polyakow bestätigt werden, soll *N. erichsoni* seit 1906 (also gleichlaufend mit dem englischen Schadauftreten) in anwachsendem Maße im europäischen Rußland zu Beschädigungen der Lärche geführt haben. Ähnliches ist in Westsibirien vorgekommen, wo sie von dem letztgenannten Autor in der Nähe von Omsk studiert wurde. Sie stellt dort den Hauptschädling der Lärche dar, die in jener Gegend in Mischwäldern gemeinsam mit Birke, Linde und Aspe vorkommt.

Die schlimmste Entwicklung hat die „große Lärchenblattwespe" in Nordamerika genommen, wo sie zu dem ärgsten Lärchenfeind geworden ist. Sie wurde zum erstenmal im Jahre 1881 von Hagen im Harvard-Arboretum gefunden, war aber vermutlich schon lange vorher (etwa seit 1840) dort aufgetreten [1]). Doch erst vom Anfang dieses Jahrhunderts etwa von 1906 an, zog sie durch ihr immer schädlicher werdendes Auftreten die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich (s. Hewitt 1912, Graham 1931). Die Hauptschadengebiete sind die Sumpfwälder in

[1]) Verschiedentlich wurde sogar die Ansicht geäußert, daß es sich bei *N. erichsoni* um eine einheimische Art handle.

der Nähe der großen Seen. 1909 wird ein großer Schaden aus Minnesota gemeldet; 1914 und 1915 trat sie in Quebec, Ontario, Manitoba und als westlichster Staat in Saskatschewan auf (Swaine); 1922—1923 in „erschreckender Menge“ in Michigan (Howard) und New Brunswik (Graham), wo alle Lärchen über 5—6 Jahre entnadelt wurden. Im Jahre 1925 wurden große Schäden im gleichen Staate und in Prince-Edward-Island von Hutchings gemeldet. Heute dürfte das Insekt im gesamten Verbreitungsgebiet der Lärche in Amerika mit Ausnahme der Höhenlagen und der nördlichen klimatischen Extreme vorkommen. Eidmann (1932) schreibt hierüber in seinem Reisebericht: „Das Zerstörungswerk dieses Insekts war so katastrophal, daß der Bericht der kanadischen Forstabteilung des Innenministeriums über die Lärche in lakonischer Kürze schreibt: "During the last thirty or forty years, practically all the mature tamarach has been killed by the sawfly, but many of the dead standing trees are still sound." „Als ich mich zum Studium der forstentomologischen Verhältnisse in den völlig unberührten Urwäldern von Südlabrador aufhielt, war die einst zahlreiche Lärche fast völlig ausgestorben, nur die toten, der Nadeln und Rinde völlig entkleideten Stämme ragten noch hier und da an günstigen Stellen, wo sie nicht so leicht vermodern konnten, in die Luft. Junge Bäume fand ich nur ganz vereinzelt, und auch diese waren bereits von der Lärchenblattwespe zum größten Teil befallen und kahl gefressen. Gesunder, junger Nachwuchs fehlte fast völlig. Tatsächlich droht die Lärchenblattwespe die Lärche im östlichen Kanada völlig auszurotten, denn allenthalben laufen Meldungen ein, daß auch die Lärchenverjüngung durch eine neue entstehende Kalamität zerstört zu werden droht.“

Bekämpfung. — Als wirksames Bekämpfungsmittel kommt nur die Bestäubung mit Kontakt- oder Fraßgiften in Frage. Bei dem ungleichmäßigen Erscheinen der Larve und ihrer kurzen Fraßzeit ist vor allem auf den Zeitpunkt der Bestäubung zu achten. Es wird sich eventuell auch eine zweimalige Bestäubung nicht umgehen lassen. Ob Flugzeug, Motorverstäuber oder Rückenverstäuber zu verwenden sind, darüber entscheiden die örtlichen Verhältnisse.

In Amerika sucht man auf dem Wege der biologischen Bekämpfung, durch Einführung von Parasiten von England usw., der Ausbreitung des gefährlichsten Lärchenfeindes entgegenzuarbeiten (s. Baird, Criddle, Graham), wobei vor allem der Tryphonine *Mesoleius tenthredinis* sich gut bewährt hat (s. oben S. 184).

Lygaeonematus wesmaeli Tischb.

Die Wespe ist 5—6,5 mm lang, in der Hauptsache gelb gefärbt (schwarz sind: ein großer Stirn-Scheitelfleck, der Hinterkopf, das Mesonotum und teilweise der Hinterleibsrücken). — Die Larve ist grün, die Seiten und der Bauch etwas heller, Kopf bräunlich glänzend (Taf. III, 2). — Der Kokon ist wesentlich kleiner als der von *N. erichsoni* mit rauher Oberfläche, zuerst weißgrün, dann braun (Abb. 164).

Die geographische Verbreitung erstreckt sich über Großdeutschland, Holland, England, Rußland. Vertikal geht *wesmaeli* ziemlich hoch. Thielmann fand ihn in den bayerischen Alpen in 1500 m über dem Meere. Das Vorkommen in Gegenden mit sehr verschiedenen klimatischen Verhältnissen (maritimem Klima, in extrem klimatischen Trockeninseln, in Hochgebirgslagen), zeigt, daß es sich um ein typisch euryökes Tier handelt. Wahrscheinlich wurde *wesmaeli* häufig mit *laricis* verwechselt und sind die relativ spärlichen Berichte über das Vorkommen dieser Art auf diesen Umstand zurückzuführen.

Die Flugzeit zieht sich wie bei der vorigen Art über eine längere Periode hin, etwa von Anfang Mai bis Anfang Juli.

Die Eiablage findet schon am ersten Tag nach dem Schlüpfen statt, gleichgültig ob die ♀♀ befruchtet oder unbefruchtet sind. Das ♀

kriecht dazu zwischen die Nadeln des Langtriebes, macht in der basalen Hälfte der Nadeln einen kurzen Schlitz und schiebt das Ei hinein, und zwar so, daß sein weitaus größerer Teil außerhalb des Schlitzes liegt (Abb. 166). Das Kopfende des Embryos (kenntlich an dem schwarzen Augenpunkt) ist nach der Spitze der Nadel gerichtet (H s i n 1936). Die Eizahl, die ein ♀ produzieren kann, beträgt 70—90 (festgestellt nach Ovaruntersuchungen). Die Entwicklung der Eier im Ovar geht langsam vor sich. Die Lebensdauer der ♀♀ beträgt bis 6 (im Durchschnitt 4,8) Tage.

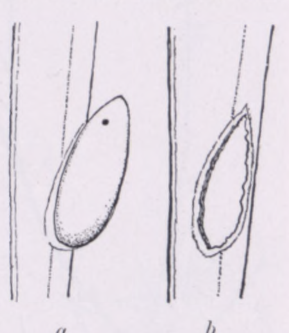


Abb. 166. a Ei von *Lyg. wesmaeli* Tischb. in der Lärchennadel; b die nach Entfernung des Eies zurückbleibende Eitasche. Nach Hsin

Die L a r v e n schlüpfen etwa 6—10 Tage nach der Eiablage. Die frischgeschlüpften Larven sind gelbgrün mit dunkelbräunlichem Kopf. Der F r a ß der Larven findet (im Gegensatz zu *N. erichsoni)* f a s t a u s s c h l i e ß l i c h a n d e n L a n g t r i e b e n statt. Die Eilarve macht einen schwachen Rinnenfraß an den jungen Langtriebnadeln; die älteren Larvenstadien machen einen mehr oder weniger tiefen Schartenfraß, wobei die Nadel mit den Scharten bis zur Spitze stehen bleibt oder doch wenigstens ein Stummel, wenn der obere Teil abfällt (Abb. 167 u. Taf. III, 2 c). Die Larven fressen meistens allein oder zu zweien, selten zu mehreren an einem Langtrieb. Der Fraß beginnt an der Spitze des Langtriebes und schreitet zur Basis desselben fort. Die so befressenen Langtriebe gehen meist bald durch Vertrocknung ein (Abb. 169); selten kommen aus den Blattachseln neue Kurztriebe hervor. Die G e s a m t e n t w i c k l u n g d e r L a r v e dauert 15—24 Tage, wobei auf das letzte Larvenstadium allein rund 8—10 Tage entfallen.

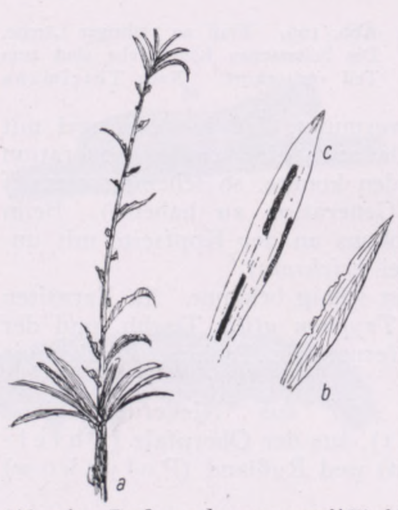


Abb. 167. Fraß von *Lyg. wesmaeli* Tischb. a Stark befressener Längstrieb, b Schartenfraß einer Junglarve, c Rinnenfraß der Eilarve. Nach Thielmann

Nachdem das letzte Stadium mit dem Fraß fertig geworden ist, geht es zum K o k o n s p i n n e n i n d e n B o d e n, wobei die Schicht unmittelbar über dem mineralischen Boden bevorzugt wird. Nach T h i e l m a n n werden die Kokons, soweit Streu vorhanden ist, n i e unter der Oberschicht des mineralischen Bodens und auch sonst nie besonders tief gesponnen. Der Kokon hat eine rauhe Oberfläche und ist zuerst von weißgrüner Farbe, die aber bald — bei genügender Feuchtigkeit — in Braun übergeht (Taf. III, 2 b). In dem Kokon überwintert die Larve (Eo- und Pronympha), um im nächsten Frühjahr 3—4 Wochen vor dem Schlüpfen sich zu v e r p u p p e n.

Ein Ü b e r l i e g e n scheint selten vorzukommen. T h i e l m a n n



Abb. 168. Fraß von *Lyg. wesmaeli* Tischb. an 10jähriger Lärche. Nach Thielmann



Abb. 169. Fraß an 3jähriger Lärche. Die befressenen Längstriebe sind zum Teil vertrocknet. Nach Thielmann

konnte keinen Fall davon beobachten; er vermutet, daß in der Regel mit einem Überliegen nicht zu rechnen ist. Da auch eine zweite Generation bisher mit Sicherheit nicht festgestellt werden konnte, so scheint *wesmaeli* in der Hauptsache eine einjährige Generation zu haben[1]). Beim Schlüpfen beißen die Imagines die Kokons an der Kopfseite mit unregelmäßigem schartigen Rand auf (wie bei *erichsoni*).

Über die Feinde des *Lyg. wesmaeli* ist wenig bekannt. An Parasiten wurden bisher beobachtet der Tryphonine *Tryphon utilis* Tischb. und der Ophionine *Campoplex convexus* Tischb., ferner die Tachine *Ptychomyia selecta* Meig.

Stärkere Vermehrungen sind aus Niederdeutschland (Tischbein), aus der Oberlausitz (Baer), aus der Oberpfalz (Thielmann), aus Holland (v. Vollenhoven) und Rußland (Polyakow) beschrieben.

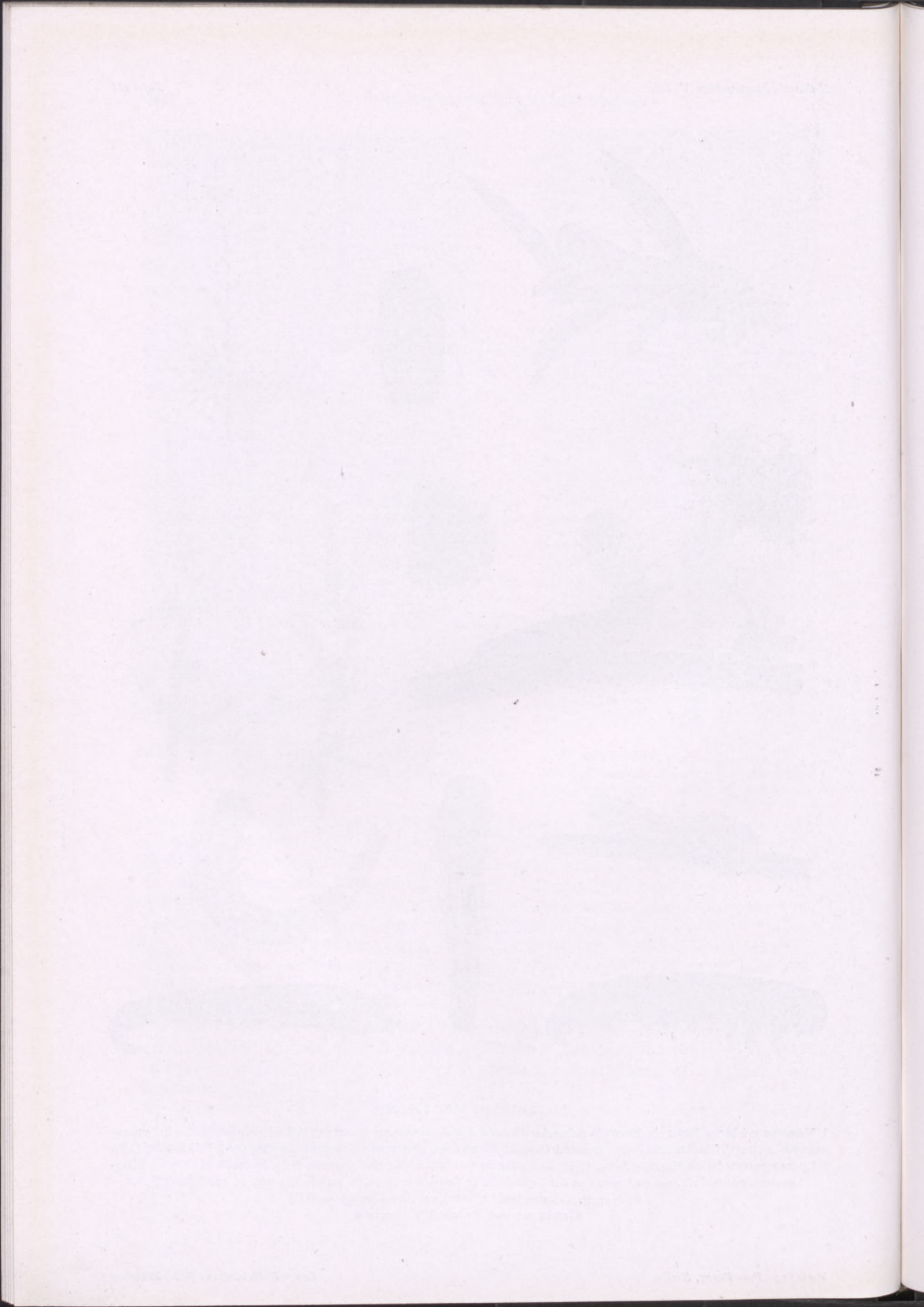
---

[1]) Da bisweilen noch im Juli Wespen gefunden werden (Tischbein), so ist das Vorkommen einer zweiten Generation nicht ganz ausgeschlossen.



Nematiden der Lärche

1 Nematus erichsoni Htg.: 1a Larve in Schreckstellung, davor abgefressener Kurztrieb (3/1), 1b Kokon (3/1). 2 Lygaeonematus wesmaeli Tischb.: 2a Larve fressend (5/1), 2b Kokon mit eingesponnenen Kotstückchen (3/1), 2c Fraßbild (1/3). 3 Lygaeonematus laricis Htg.: 3a Larve (3/1), 3b Kokon in der Bodenstreu eingesponnen (3/1), 3c Fraßbild (1/3). 4 Platycampus pectoralis Lep.: 4a Larve von der Seite (3/1), 4b Larve von oben, 4c hellere Varietät, 4d Fraßbild (1/3).
5 Platycampus ovatus Zadd.: Larve vor dem Einspinnen (5/1).
Gezeichnet von Erich Thielmann



Die forstliche Bedeutung liegt nach Thielmanns Beobachtungen in der Oberpfalz in erster Linie in der Schädigung der Lärchenkulturen und Junghölzer. Durch den Verlust der Langtriebe, die bei der jungen Lärche einen beachtlichen Teil der Nadelmasse und den Hauptzuwachs darstellen, kommt die Pflanze vor allem auf geringeren und auf weniger frischen Böden sehr bald zum Kümmern und wird dadurch leicht von anderen Holzarten überwachsen oder geht sonstwie ein.

Am empfindlichsten wird der Schaden, wenn, wie es mehrfach beobachtet wurde, *L. wesmaeli* gleichzeitig mit anderen an den Kurztrieben fressenden Larven vorkommt. Wo dann der Pflanze die Erholungsmöglichkeit von dem Schaden der einen Gruppe gegeben wäre, setzt der Schaden der langtriebfressenden *wesmaeli*-Larven entscheidend ein. Die Lärche ist gegen Kahlfraß, vor allem in trockeneren Lagen sehr empfindlich und übersteht ihn selten mehr als einmal.

Das Alter der befallenen Pflanzen erstreckt sich in der Regel von 4—25 Jahren. Ausnahmsweise fand Thielmann im Frühjahr 1933 einen stärkeren Befall an 3jährigen Lärchenpflanzen im Saatbeet des Forstamts Etzenricht (Oberpfalz) und an frischgesetzten Pflanzen im Forstamt Burgwindheim. Im Altbestand konnte nur in einem einzigen Fall ein schwaches Auftreten festgestellt werden.

Bezüglich der Bekämpfung sei auf das oben bei *N. erichsoni* Gesagte hingewiesen. Wegen der sich so lange hinziehenden Fraßperiode kann nur einer wiederholten Bestäubung ein voller Erfolg vorausgesagt werden. Befindet sich die Kalamität noch im Anfangsstadium, so kann im Hinblick auf die leichte Erkennbarkeit der befressenen Längstriebe das Absuchen mit der Hand bzw. das Abklopfen auf Tücher oder in den Schirm zu verhältnismäßig guten Erfolgen führen.

Lygaeonematus laricis Htg.

Syn.: *Nematus leucocnemis* Först.
— — *laricivorus* Brischke

Die kleine Lärchenblattwespe

Eine kleine Art (Länge 5—6 mm), von gedrungener Gestalt (Abb. 170), Färbung schwarz; gelb sind die Oberlippe, die Ecken des Pronotums (beim ♂ oft schwarz), die Tegulae und das neunte Rückensegment.

Larve grün mit weißen Längsstreifen; Kopf von gleicher Farbe wie der übrige Körper (Taf. III, 3 a).

Kokon ähnlich wie der von *wesmaeli*, doch von kompakterer Struktur, dunkelbraun bronzeartig (Taf. III, 3 b).

Lygaeonematus laricis ist die am meisten verbreitete Lärchenblattwespe, die man „überall, wo es Lärchen gibt, findet" (Ratzeburg) [1]). Ihr Vorkommen ist bis jetzt festgestellt in England, Frankreich, Belgien,

[1]) Wie oben bereits betont (S. 186) wird *laricis* zweifellos nicht selten mit *wesmaeli* verwechselt, so daß es sich nicht immer mit Sicherheit feststellen läßt, ob es sich bei der als *laricis* bezeichneten Art wirklich um diese und nicht um *wesmaeli* handelt (Thielmann).

ganz Großdeutschland, Schweiz, Schweden, Dänemark, Rußland und Serbien[1]). Als Fraßpflanze wird sowohl unsere deutsche Lärche, *Larix decidua,* als auch die japanische Lärche, *Larix leptolepis,* angenommen.

Über den zeitlichen Verlauf der Entwicklung macht Langenkamp nach Beobachtungen in Holstein folgende Angaben:

1. Generation:

Wespen	vom	1. Mai bis 15. Juni
Eier	„	10. Mai bis 20. Juni
Larven	„	15. Mai bis 10. August
Kokon	„	20. Juni an

2. Generation:

Wespen	vom	1. Juli bis 15. August
Eier	„	10. Juli bis 20. August
Larven	„	15. August bis 25. September

Die Flugzeit der ersten Generation setzt am frühesten von den Lärchenblattwespen ein; sie kann schon Ende April beginnen und etwa bis Mitte Juni dauern. Im allgemeinen kann man annehmen, daß die Wespen kurz nach dem Austreiben der Lärchen erscheinen. Ein stärkeres Schwärmen findet nur bei Sonnenschein statt; bei kühlem Wetter dagegen sitzen die Tiere untätig an geschützten Stellen. Der Flug ist wendig und schnell, so daß die Tiere nicht ganz leicht zu fangen sind.



Abb. 170. *Lygaeonematus laricis* Htg. ♀ ($4^1/_2$ mal)

Die Lebensdauer für Tiere im Zuchtkäfig (♀) gibt Hsin mit 7,4 Tage als Durchschnittswert an. In der freien Natur dürfte dieselbe wesentlich länger sein. Die Eier in den Ovarien entwickeln sich nur langsam. Hsin stellte als Durchschnittszahl der im Käfig abgelegten Eier 27—29 fest, während Ovaruntersuchungen eine solche von 60—110 je ♀ ergaben.

Im Geschlechterverhältnis sind die ♀♀ (jedenfalls zeitweise) stark in der Mehrzahl gegenüber den ♂♂. Thielmann stellte ein Verhältnis von ♂♂ zu ♀♀ wie 20 : 80 fest. Die ♂♂ schlüpfen um einige Tage eher als die ♀♀. Aus den parthenogenetischen Eiern wurden zu 100 % ♂♂ erzielt.

Die Eiablage beginnt 2—3 Tage nach dem Erscheinen der ♀♀, gleichgültig ob befruchtet oder nicht. Sie erfolgt ausnahmslos an den jungen Nadeln der Kurztriebe (um diese Zeit sind meist auch noch gar keine Langtriebe vorhanden), und zwar (nach Blunck und Langenkamp)

[1]) Wahrscheinlich ist eine von Tothill als *laricella* beschriebene amerikanische Art auch mit *L. laricis* Htg. identisch (Thielmann).

meist an den mittleren Zweigen (während die obersten und untersten Zweige fast leer von Eiern bleiben). Das ♀ setzt sich auf die Schmalseite einer Nadel, den Kopf der Nadelbasis zugekehrt, und sägt die Nadel an der Schmalseite auf. In die so entstehende Tasche wird ein Ei von länglich ellipsoider Gestalt und etwa $1^1/_2$ mm Länge abgelegt. Dieser Vorgang dauert ungefähr eine Minute. Er konnte zu allen Tageszeiten beobachtet werden. An einer Nadel befindet sich selten mehr als ein Ei; an einem Kurztrieb, je nach der Dichte des Befalls 1—4 belegte Nadeln. Da das Ei völlig in der Nadel versenkt wird, ist die so beschädigte Nadel zuerst kaum von den gesunden zu unterscheiden. Von der Kante der Nadel aus sieht man lediglich, daß diese nach der Unterseite der Nadel zu durch das dicke Ei ausgebeult ist.

Die Eientwicklung dauert 7—12 Tage. Nach 2—3 Tagen beginnt das Ei anzuschwellen; es tritt dann zu $^1/_4$ oder $^1/_3$ aus der Eitasche hervor und fällt jetzt durch seine gelblichweiße Oberfläche auf.

„Die frischgeschlüpften Eilarven (Abb. 172) sind von weißlichgelber Farbe, etwa 2—3 mm lang und sehr zart. Der Kopf ist dunkler gefärbt. Sie beginnen ihre schädliche Tätigkeit mit einem leichten Schartenfriß an den Nadeln, in die das Ei abgelegt war. Die Entwicklung durch die einzelnen Stadien bis zur vorletzten Häutung, d. h. bis zum letzten Fraßstadium, verläuft sehr rasch."

In Zuchten wurde je nach Temperatur und Feuchtigkeit eine Entwicklungsdauer (vom Schlüpfen bis Einspinnen) von 14 Tagen (bei 27 °C) bis 45 Tagen (bei 12 °C) beobachtet.

Der Fraß der Larven des zweiten bis vierten Stadiums beginnt meist an der Schmalseite der Nadel schartenartig. Die Scharten werden verschieden tief eingefressen und gehen oft über die ganze Breite der Nadel, so daß der obere Teil derselben zu Boden fällt, während der Stummel stehen bleibt. Das Gesamtbild eines solchen Fraßes stellt sich dann folgendermaßen dar, daß an den Kurztrieben der befallenen Lärchen schartenartig eingebuchtete Nadeln und Stummel verschiedener Länge neben einigen stehengebliebenen gesunden stehen (Abb. 174). Die angefressenen Nadeln vertrocknen meistens. Zuerst werden die Kurztriebe gefressen, später wandern die Larven an die Langtriebe, die sie von der Spitze beginnend, kahlfressen; nur die äußersten Nadeln bleiben stehen (Abb. 173). Entsprechend der Eiablage an den mittleren Zweigen wird vor allem diese Zone befressen, während die obersten und untersten Partien mehr oder weniger intakt bleiben (Abb. 175). In den Ruhepausen sitzt die Larve langgestreckt an der Lärchennadel, von der sie kaum zu unterscheiden ist.



a b

Abb. 171. a Ei von *Lyg. laricis* Htg. in der Lärchennadel, b Querschnitt durch die Nadel. Nach Hsin

Hat die Altlarve ihren Fraß beendet, so bleibt sie einige Tage untätig an den Zweigen sitzen und beginnt danach ihren Kokon zu spinnen, bisweilen (bei der

1. Generation) oben zwischen den Nadeln, in der Regel aber unten in der Bodenstreu oberhalb des mineralischen Bodens. Die sich einspinnenden Larven bleiben gern zusammen, und man findet dann öfter traubenartige Knäuel von mit der Streu zusammengesponnenen Kokons. Zum Kokonspinnen ist eine hohe Feuchtigkeit (nahe 100 %) nötig; fehlt diese, so „wird der Kokon nur unvollständig gesponnen und die Larve trocknet ein". „In Feuchtigkeitsstufen von 75 % und darunter wurden (im Versuch) keine Kokons erzielt" (Thielmann). Die Verpuppung erfolgt entweder erst im nächsten Frühjahr oder aber bald nach dem Einspinnen.



Abb. 172. Eilarve von *Lyg laricis* Htg. an einer Lärchennadel fressend. Nach Thielmann

Im letzteren Fall erscheint schon nach etwa 4—5 Wochen, also etwa Anfang August, eine zweite Generation Wespen. Die Larven der zweiten Generation fressen bis in die zweite Septemberhälfte und gehen dann zum Einspinnen und Überwintern in den Boden. Von den Praktikern wird vielfach erst die zweite Generation beobachtet, weil sie gewöhnlich die weitaus zahlreichere ist.

Über Feinde von *laricis* ist bis jetzt nicht allzu viel bekannt geworden. Als Parasiten werden eine Reihe von Tryphoninen an-



Abb. 173. Zweig der japanischen Lärche, befressen von *L. laricis* Htg. Nach Blunck



Abb. 174. Zweigstücke der japanischen Lärche rechts befressen von *Lyg. laricis* Htg., links unbefre . Nach Blunck

geführt (*Tryphon expers* Rtzb., *impressus* Rtzb., *leucodactylus* Rtzb., *mesochorides* Rtzb., *mutillatus* Rtzb.), ferner *Ephialtes continuus* Rtzb. und der Chalcidide *Pteromalus occultus* Foerst.

Von den bisher besprochenen Lärchenblattwespen neigt *L. laricis* Htg. in Europa am meisten zu Gradationen. In der forstlichen und entomologischen Literatur wird des öfteren darüber berichtet, so z. B.

1836 im Thüringer Wald (Ratzeburg),
1843 in Sachsen (Roßmäßler),
1850 in Württemberg (Limburger Wald) (Jäger),
1886 in Dänemark (Wüstnei),
1912—1916 in Schweden (Tullberg),
1928—1933 in Holstein (Blunck u. Langenkamp),
1932—1936 in Oberfranken und der Oberpfalz (Thielmann).

Die forstliche Bedeutung der kleinen Lärchenblattwespe kann recht groß werden, da sowohl die Kurztriebe als auch die Langtriebe vom Fraß betroffen werden. Vor allem haben junge Lärchen unter dem Fraß zu leiden. Besonders gefährlich wird sie durch das Auftreten einer zweiten Generation, die unter günstigen Umständen ein Vielfaches der Zahl der ersten Generation erreichen kann. Ein wiederholter Kahlfraß, auf geringen Böden sogar ein einmaliger, bringt die Lärche zum Absterben, vor allem, wenn in dem Hauptfraßjahr Trockenheit herrscht.

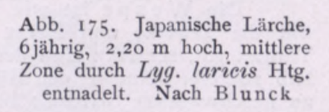


Abb. 175. Japanische Lärche, 6jährig, 2,20 m hoch, mittlere Zone durch *Lyg. laricis* Htg. entnadelt. Nach Blunck

Die Larve frißt auch an älteren Lärchen, doch ohne merklichen Schaden zu verursachen. Und so ist die kleine Lärchenblattwespe bei uns in erster Linie als Kulturschädling zu bezeichnen.

Der Schaden kann noch stark gesteigert werden, wenn an dem Fraß neben den Larven von *laricis* auch noch andere Arten beteiligt sind, wie *erichsoni* oder *wesmaeli*.

Bezüglich des Gefährdungsgrades gibt Langenkamp folgende Zahlen: Wenn im Frühjahr je Larve vorhanden sind

weniger als 2,5 Kurztriebe, tritt Kahlfraß oder sehr starker Lichtfraß ein;
2,5—3,5 Kurztriebe, werden fast alle Langtriebe und ein Teil der Kurztriebe vernichtet, im Herbst ist mit Kahlfraß zu rechnen,
3,5—5 Kurztriebe, ist im Herbst mit Lichtfraß zu rechnen,
5 und mehr Kurztriebe, tritt kein nennenswerter Fraß auf.

Die Bekämpfung geschieht wie bei den vorigen Arten am besten mit Bestäubung. In Holstein wurden sowohl Fraßgifte (Meritol), als auch Kontaktgifte (Verindal) mit Erfolg angewandt.

Nach der Bestäubung mit Verindal fielen die Larven bald ab und konnten auf Tüchern aufgefangen werden. Die Zahl der überlebenden Larven mußte durch Absuchen der Zweige festgestellt werden.

Die mit Meritol bestäubten Larven schrumpften dagegen ein und blieben bis zum nächsten Regen auf den Zweigen hängen. Hier konnte der Erfolg nur durch Probesuchen vor und nach der Bestäubung ermittelt werden.

Abb. 176. Larve von *Lyg. laricis* Htg., 4. Stadium in charakteristischer Stellung (das Hinterende um die Nadel geschlagen). Nach Thielmann

Es wurden abgetötet
mit Verindal 87—100 %, im Durchschnitt 96 %,
mit Meritol 92—100 %, im Durchschnitt 98 % der Larven.

Das Meritol (Arsen) hatte den Vorteil, daß auch noch die nach der Bestäubung geschlüpften Larven abgetötet wurden, während dies bei Verindal nicht der Fall war. Dennoch hält Langenkamp Kontaktgifte für geeigneter als Fraßgifte, zumal dann, wenn es sich, wie in Holstein um kleinere Waldparzellen handelt.

Neben diesen drei forstlich bedeutsamen Arten kommen noch einige andere Nematinen an Lärchen vor, deren Larven bisweilen in Gesellschaft der obigen Arten sich befinden, meist jedoch nur in geringer Zahl. Ihre forstliche Bedeutung ist an und für sich kaum nennenswert; doch da sie dem Forstmann beim Studium der Lärchenfeinde des öfteren begegnen, so sei hier kurz darüber berichtet. Es handelt sich vor allem um folgende Arten:

Platycampus pectoralis Lep.

Die Gattung *Platycampus* ist dadurch ausgezeichnet, daß die 2. Cubitalzelle die beiden rücklaufenden Nerven aufnimmt.

Die Wespe ist wie folgt gefärbt: Kopf schwarz, Thorax beim ♀ schwarz, nur die Tegulae und Ecken des Pronotums gelb; beim ♂ ist die Grundfarbe des Thorax rot, schwarz sind der Metathorax und 3 Flecke auf dem Mesonotum. Hinterleib rotgelb, beim ♀ der Rücken in Gestalt einer an der Basis breiten, nach hinten zu geschwärzten Strieme; beim ♂ der Hinterleibsrücken bis auf die letzten 2 oder 3 Segmente schwarz. Länge 6—7 mm.

Die Larve ist an ihrer braunen Färbung und ihrer nach hinten stark verjüngten Form leicht erkenntlich (Taf. III, 4 a—c).

Bionomisch scheint sich die Art sehr ähnlich wie *L. laricis* zu verhalten: Sie hat zwei Generationen mit Flugzeiten im April/Mai und Juli/August. Die Eiablage findet an den Nadeln der Kurztriebe statt (im ganzen etwa 85 Eier je ♀). 6—10 Tage nach der Eiablage erscheinen die jungen Larven, die zuerst hellgelb gefärbt sind. Die Larve frißt fast ausschließlich an den Kurztriebnadeln. Es bleiben dabei mehr oder weniger lange Stümpfe stehen, die meist schnell braun werden und so ein charakteristisches Bild geben. In der Ruhelage sitzt die Larve am Zweig, dessen Rinde sie sehr gut angepaßt ist. Bei Tag sieht man sie selten fressen; der Hauptfraß scheint nachts zu erfolgen. Die Larvenentwicklung vollzieht sich sehr rasch, innerhalb dreier Wochen. Zum Kokonspinnen begibt sich die erwachsene Larve in den Boden, wobei sie von allen Lärchennematinen am tiefsten in den Boden eindringt. Feiner humusreicher Quarzsand wurde in Versuchen besonders bevorzugt. In die Kokonwand werden zahlreiche Sandkörnchen eingesponnen (Abb. 164), so daß der Kokon kaum mehr als solcher zu erkennen ist (Thielmann).

Platycampus ovatus Zadd.

Die Wespe (Abb. 177) ist kleiner als die der vorigen Art (Länge 4,5—5 mm). Kopf größtenteils schwarz. Thorax schwarz, nur die Tegulae und beim ♀ auch die Ecken des Pronotums gelb. Beine bleichgelb, die Hüften und mehr oder weniger die Schenkel geschwärzt. Hinterleib schwarz, beim ♀ das 9. Rückensegment und meist der After hellbraun, beim ♂ oft nur die Bauchseite an der Spitze rotbraun.

Der Kokon hat eine Länge von 9—10 mm und zeichnet sich dadurch aus, daß er in der Mitte einen dichter gesponnenen Gürtel trägt, der besonders deutlich unmittelbar nach dem Einspinnen hervortritt (Abb. 178), während der Kokon noch eine hellgrüne Farbe hat.

Die Larve ist in ihrer Färbung der von *L. laricis* ähnlich, doch ist an Stelle der weißen Längsstreifen nur ein grauer oder bläulichgrauer Streifen auf jeder Seite.

Auch diese Art verhält sich bionomisch nach Thielmann ähnlich wie *L. laricis* Htg.: Es können zwei Generationen im Jahr vorkommen; die Larven der ersten Generation gehen im Juli zum Einspinnen in den Boden. Der Fraß bezieht sich hauptsächlich auf die Nadeln der Kurztriebe, die bis auf die Stümpfe abgefressen werden.

Die Art ist aus dem mittleren und südlichen Europa bekannt; Thielmann fand sie in der Oberpfalz (Bayern).

Über **Platycampus duplex Lep.**, die dritte der oben genannten *Platycampus*-Arten ist nur wenig bekannt. Hsin fand Larven anfangs Juli und dann wieder am 21. September, was auf das Vorkommen von zwei Generationen hindeutet. Die Färbung und Zeichnung der Larve erinnert stark an die der *Pl. pectoralis*-Larve (braun mit dunklen Längsstreifen). Das Einspinnstadium ist etwa 12 mm lang und etwas heller als die vorhergehenden Stadien, während die Junglarven mehr von grünlicher Farbe sind. Die Verpuppung erfolgt in der Erde in einem eiförmigen Kokon von 6—8,5 mm Länge; an dem lockeren wolligen Gespinst haften Erdteilchen (wie bei *Pl. pectoralis*).

Noch weniger ist über die Bionomie von **Pachynematus imperfectus Zadd.** bekannt. Jörgensen (1906) fand „diese überall seltene Species" einmal im westlichen Fünen (Dänemark) zahlreich als Larve an ganz jungen Lärchen (*L. decidua*). „Die erwachsene Larve ist 16 mm lang, glänzend und frisch grün wie die Nadeln, auf welchen sie ausgestreckt sitzt, mit einem dunkelgrünen Fuß- und Seitenstreif." Die Art ist bis jetzt nur in Großdeutschland und Dänemark gefunden.

Allgemeine Bemerkungen über die forstliche Bedeutung der Lärchenblattwespen

Die besondere Bedeutung der Lärchennematiden liegt nach Thielmann „in der Komplexwirkung der ganzen Gruppe, deren einzelne Arten in der Regel nur zeitlich und örtlich begrenzte Kalamitäten hervorrufen würden". In dem Zusammenwirken aber, vor allem in dem gleichzeitigen Auftreten der Kurz- und Langtriebe fressenden Arten kommt eine verstärkte Schadwirkung zustande. Allen gemachten Beobachtungen zufolge werden von den Blattwespen gerade solche Standorte besonders bevorzugt, die für den Lärchenanbau nicht geeignet sind. Nach Thielmann „besteht dort, wo die Lärche nicht heimisch ist — und das sind die meisten deutschen Standorte mit Ausnahme des Alpengebietes und einiger Mittelgebirgszüge in Mitteldeutschland — die Gefahr der allmählichen Ausrottung durch die Blattwespen und andere in ihrem Gefolge auftretende sekundäre Insekten. So ist diese Gefahr in der forstwirtschaftlichen Planung als Faktor mit einzusetzen". „Eine mehrjährige Massenvermehrung kann den gesamten Lärchenanbau eines Gebietes vernichten und damit die



Abb. 177. *Platycampus ovatus* Zadd. (♀)



Abb. 178. Kokon von *Platycampus ovatus* Zadd. kurz nach dem Einspinnen. Nach Thielmann

Bestände, in denen Lärchen eingebracht waren, verlichten und so den Forstwirtschafter vor eine schwere Aufgabe stellen. Von einem größeren Anbau in Gebieten, deren Eignung für die Lärche nicht nachgewiesen ist, muß daher mit Rücksicht auf die drohende Blattwespengefahr abgeraten werden.“

B. An Laubholz

Groß ist die Zahl der Tenthredininen, deren Larven an Laubholz leben. Bevorzugt als Futterpflanze sind die Weiden (*Salix*), die nach Enslin von über 70 verschiedenen Arten befallen werden, dann folgen Pappel (*Populus*), Erle (*Alnus*), Birke (*Betula*) und Eiche mit je rund 20 Arten, Prunus mit 10, Hasel *(Corylus)* und Esche *(Fraxinus)* mit je 6 Arten. Auf die übrigen Laubhölzer treffen noch weniger Arten.

Auf all diese Arten hier im einzelnen einzugehen, ist nicht die Aufgabe diese Werkes. Wir werden nur einige Arten und Artengruppen herausgreifen, die auffälligere Erscheinungen durch ihren Fraß verursachen.

1. An Weiden und Pappel (*Salix* und *Populus*)

Die hier auftretenden Arten können in 2 Gruppen geteilt werden, je nachdem ihr Fraß mit Gallbildung verbunden ist oder nicht. Alle Gallenerzeuger gehören den Nematinen an.

a) Fraß mit Gallbildung verbunden[1])

Hierher gehören nur 2 Gattungen, nämlich **Euura Newm.** (*Cryptocampus* Htg.) und **Pontania O. Costa.** Es sind dies überhaupt fast die einzigen Blattwespengattungen, deren Arten Gallen erzeugen[2]).

Die Arten dieser Gattungen sind kleine, meist schwarze Tiere, die sich einander sehr ähnlich sehen und für den Ungeübten schwierig zu unterscheiden sind. Wir sehen von einer systematischen Beschreibung der Imagines wie übrigens auch der Larven ab und begnügen uns mit einer Kenntlichmachung der Gallen. Die Form und der Sitz der Galle führt im allgemeinen viel leichter zur richtigen Bestimmung der Art als das Studium der Imagines.

Zur leichteren Orientierung unterscheiden wir die Gallen am besten nach ihrem Sitz: Zweig-, Knospen-, Blattstiel- und Blattgallen.

Zweiggallen kennen wir nur von zwei europäischen Arten der Gattung Euura Newm.: Euura atra Jur. (nebst *var. angusta* Htg.) und Euura amerinae L. (Abb. 179).

Die Galle von Euura atra Jur. (Abb. 180) besteht in einer „oft nur sehr geringen Verdickung des Zweigstückes, in dem die Larve wohnt. Die Larven leben einzeln in den Ruten, deren Mark sie verzehren. Die Larve verpuppt sich innerhalb der von ihr ausgenagten Markhöhle. Da es aber der zarten Wespe nicht möglich wäre, sich aus dem Zweig herauszuarbeiten, so bohrt die mit kräftigeren Mundwerkzeugen ausgestattete

[1]) Hierüber liegt eine zusammenfassende Darstellung von Enslin (1916) vor, auf die wir hier in der Hauptsache Bezug nehmen.

[2]) Die von Blattwespen erzeugten Gallen werden fast ausschließlich auf Weiden (oder ausnahmsweise auch auf Pappel) gefunden. Nur ganz wenige kommen auf anderen Pflanzen vor, wie auf Lonicera und auf Rosenblättern.

Larve, bevor sie sich zur Verpuppung anschickt, erst ein Loch in den Zweig, so daß im Frühjahr die Wespe leicht ausschlüpfen kann. An diesem Loch kann man, wenn man im Winter befallene Zweige aufsuchen will, diese leicht erkennen. In der Umgebung des Flugloches pflegt sich die Rinde etwas zu bräunen. Die Wespe fliegt hauptsächlich von Mitte Mai bis Anfang Juni, kommt aber bis in den Juli hinein vor. Es gibt jedoch nur eine Generation jährlich.



Abb. 179. *Euura amerinae* L.

Der Fraß dieser Blattwespe vernichtet die Lebensfähigkeit der Ruten durchaus nicht immer, auch wenn mehrere Fraßgänge in derselben Rute sich befinden. Doch sind die Ruten zu technischen Zwecken unbrauchbar geworden; außerdem sterben doch auch eine Anzahl ab. So muß *Euura atra* zu den Weidenschädlingen gerechnet werden.

Nielsen beobachtete eine Chalcidide, eine *Eurytoma* spec. als Parasiten. Die Schlupfwespe legt ihre Eier außen an die Blattwespenlarve, die durch die Schmarotzerlarven völlig aufgefressen wird. Wenn letztere nach dem Verzehren der Wirtslarve noch nicht ausgewachsen sind, gehen sie zur Pflanzenkost über und fangen an, das Mark zu fressen.

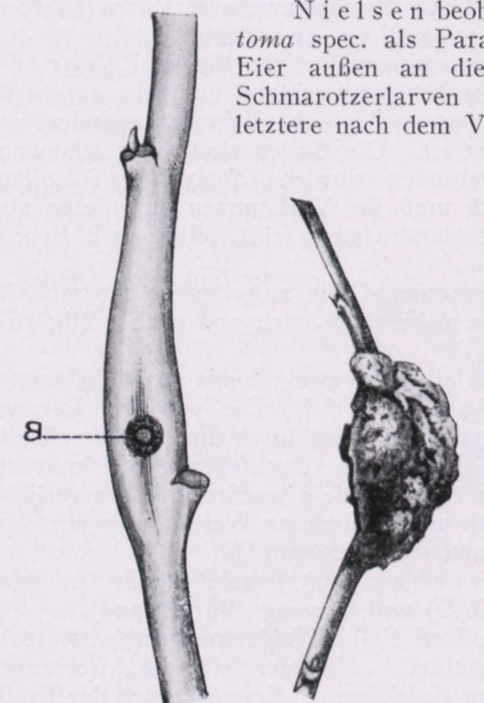


Abb. 180. Galle von *Euura atra* Jur. an *Salix*. a Flugloch. Nach Enslin

Abb. 181. Galle von *Euura amerinae* L. an *Salix pentandra*. Nach Enslin

Viel auffälliger ist die Galle von Euura amerinae L. Sie findet sich nur an dünnen Zweigen, wird bis walnußgroß und gleicht in ihrem Aussehen etwa einer gedörrten Birne[1]) (Abb. 181). Die Galle entwickelt sich hauptsächlich an einer Seite des Zweiges, der gewöhnlich durch die Gallbildung eine Abbiegung erfährt, wobei die Galle an der äußeren Seite des Bogens liegt. In jeder Galle finden sich meist mehrere Larven; es ist dies der einzige Fall unter den Blattwespengallen, die sonst alle nur je eine Larve beherbergen. Zur Verpuppung bleiben die Larven innerhalb der Galle. Es gibt auch hier nur eine Generation.

[1]) Die von Eckstein (Forstliche Zoologie S. 465) gegebene Abbildung, die auch von Nüßlin (Leitfaden) übernommen wurde, stellt nicht die *amerinae*-Galle dar, sondern gibt eine andere viel häufigere Deformation der Weiden- und Pappelzweige wieder, die als „Holzkropf" bezeichnet wird, und deren Entstehung noch nicht völlig klargestellt ist.

Die *amerinae*-Galle ist kaum mit irgendeiner anderen derartigen Mißbildung zu verwechseln. Nur in ihrem Jugendstadium hat sie äußerlich Ähnlichkeit mit der gleichaltrigen Galle der Weidenrutengallmücke (*Rhabdophaga salicis* H. Lw.).

Abb. 182. Knospengalle von *Euura saliceti* Fall. I an *Salix daphnoides*, II an *Salix viminalis*; a normale Knospen, b Gallen. Nach Enslin

Bis zum Winter sind die Blattwespenlarven meist erwachsen, und man findet sie dann in den Larvenkammern in dünnwandige Kokons eingesponnen. In weit größerer Zahl stößt man jedoch beim Öffnen der Gallen auf die Larven ihres Schmarotzers, einer *Eurytoma*-Art (Chalcidide), die nach dem Verzehren der jugendlichen Wirtslarve zur pflanzlichen Kost übergehend, das Innere der Galle vollständig durchwühlen und auch das verdickte Rindengewebe zerstören (Baer 1910, Nielsen 1906).

Euura amerinae hat eine ausgesprochene Vorliebe für die Lorbeerweide, *Salix pentandra* L., die in Mitteldeutschland nur sehr zerstreut vorkommt, und hauptsächlich über das nordöstliche Europa, besonders in der Umgebung der Ostsee, verbreitet ist. Die Gallen sind zwar schon an den verschiedensten Weidenarten gefunden worden (*Salix fragilis, alba, viminalis, caprea, aurita* usw.), doch muß ihr Vorkommen auf diesen als ausnahmsweise gelten. Wo *Salix pentandra* ganz fehlt, pflegt auch *Euura amerinae* gänzlich zu fehlen.

An Lorbeerweiden kann die *amerinae*-Galle zuweilen so massenhaft und hartnäckig auftreten, daß dadurch dieselben nach und nach völlig zugrunde gerichtet werden (Baer).

Knospengallen sind uns ebenfalls von zwei *Euura*-Arten bekannt: Euura saliceti Fall. und laeta Zadd. Die von den Larven bewohnten Knospen (Abb. 182 u. 183) fallen meist durch ihre Größe und oft auch durch Formveränderungen auf, die bei den verschiedenen Weidenarten verschieden sein können (Nielsen 1905). Die erwachsene Larve verläßt die Galle und bohrt sich in das Mark abgeschnittener Weidenruten ein, wo sie in einem Gespinst überwintert und sich verpuppt [1]).

Beide Arten fand Schimitschek (1937) sehr häufig in den Weidenheger-Anlagen bei Gmünd (O.-Ö) und Güssing (Burgenland).

Durch die Larve von *Euura saliceti* Fall. (Weidenknospenblattwespe) wird gewöhnlich nur die Knospe abgetötet. „Mitunter frißt die Afterraupe aber auch in der Kambialzone und am Holzkörper. Erstreckt sich der Fraß nur auf die Knospe allein, so verursacht er keine Entwertung des Rutenmaterials als Flechtware. Wenn hingegen auch die Kambialzone und der Holzkörper befressen werden, so führt dies zu einer technischen Entwertung der Ruten.“

Noch schädlicher kann *Euura laeta* Zadd. werden. „Die Larve wurde bisher nur unterhalb der Knospen fressend angetroffen. In den oben-

[1]) Gelegentlich werden auch die bekannten rosenartigen Gallen der Weidengallmücke (*Cecid. rosaria,* s. dort) als Verpuppungsort gewählt.

genannten Gebieten erfolgte der Fraß aber nicht nur an diesen Stellen, sondern auch zwischen zwei Knospen an beliebigen Stellen 1- und 2jähriger Weidenruten. Im Gebiete von Güssing war *Salix americana* besonders stark befallen. Der Fraß der Afterraupen greift in die Kambialzone und auch in den Splint ein. Durch diesen Fraß, der sich wohl nur auf eine sehr kleine Fläche erstreckt und streckenweise auch etwas überwallt, entstehen aber Beschädigungen, durch die eine weitgehende Entwertung der Ruten erfolgt. Die Fraßschäden sind am geschälten Material als schwarze und etwas vertiefte Stellen ersichtlich. Sie sind durchaus nicht nur ein Schönheitsfehler, sondern die Ruten brechen beim Biegen an diesen Stellen. Es erscheint daher bei sehr starkem Auftreten dieser Blattwespe notwendig, Bekämpfungsmaßnahmen durchzuführen.

„Die Flugzeit im Freiland dürfte in den Monat Juni fallen. Die Raupen fressen bis zum Herbst in der Kambialzone und dem obersten Holzanteil der Weidenruten und verlassen diese im Herbst (September und Anfang Oktober) durch ein kleines Ausbohrloch. Dieses Ausbohrloch hat innen einen dunklen Rand, dem sich ein bräunlicher Rand nach außen zu anfügt[1]). Im Herbst begeben sich die Raupen in Rutenstummel und bohren sich in deren Mark ein. Hier überwintern die Raupen.

„Zum Zwecke der Bekämpfung läßt man in den von dieser Blattwespe arg heimgesuchten Gebieten die Stummel beim Rutenschnitt 8—10 cm lang stehen. Sobald die Blattwespenraupen sich in die Stummel eingebohrt haben, also Anfang November, werden sie so kurz als möglich abgeschnitten und verbrannt."

„Die Bekämpfung von *E. laeta* darf sich nicht nur auf die Weidenhegeranlagen allein beschränken. Will man diese möglichst entseuchen, so erscheint es erforderlich, die in der nächsten Umgebung befindlichen Wildweiden (Baumweiden) zu entfernen oder die Bekämpfungsmaßnahmen auch auf diese auszudehnen" (Schimitschek).



Abb. 183. Knospengalle von ***Euura laeta*** Zadd. an ***Salix viminalis***. Nach Enslin

Blattstielgallen, die nicht selten sind, werden

[1]) Die Ausbohrlöcher haben eine große Ähnlichkeit mit den vorgebohrten Fluglöchern von *E. atra* (= *C. angustus* Hartig), doch weicht die Biologie von *E. atra* dahingehend ab, daß diese Art sich in das Mark der Rute hineinbegibt, ohne das Holz sonst anzugreifen, und hier überwintert. Sie verläßt also den Ort ihres Sommerfraßes überhaupt nicht, während *E. laeta* und *E. saliceti* sich in das Mark der Rutenstummel begeben und hier, an zweitem Orte, überwintern.

ebenfalls wieder durch *Euura*-Arten hervorgerufen. An glattblätterigen Weiden (*Salix amygdalina, alba, fragilis* usw.) lebt Euura testaceipes Brischke, spindelförmige Anschwellungen des Blattstieles, oft auch der Mittelrippe des Blattes hervorrufend (Abb. 184). — An rauhblätterigen Weiden (*Salix caprea, cinerea, aurita*) kommt Euura venusta Zadd. vor. „Die Galle hat gewöhnlich nicht so deutliche Spindelform wie die vorige, sondern es sitzt bei ihr die stärkste Verdickung mehr an der Basis des Blattstiels (Abb. 185). An der Mittelrippe des Blattes, wie die vorige, scheint diese Galle nie vorzukommen. Auch hier verlassen die Larven vor der Verpuppung die Galle und bohren sich in abgeschnittene Weidenzweige, Brombeerstengel oder dergleichen ein.“



Abb. 184. Galle von *Euura testaceipes* Brischke an *Salix amygdalina*. Nach Enslin

Abb. 185. Gallen von *Euura venusta* Zadd. an den Blattstielen von *Salix aurita*. Nach Enslin

Abb. 186. Galle (Blattumrollung) von *Pontania puella* C. G. Thoms. an *Salix amygdalina*. Nach Enslin

Blattgallen sind eine überaus häufige Erscheinung an Weiden, besonders auffallend durch ihre oft recht abstechende Färbung. Es handelt sich durchgehend um Pontania-Gallen. Wir können drei Formen von Blattgallen unterscheiden: 1. solche, die in der Umschlagung des Blattrandes bestehen, 2. einseitige Gallen, die der Unterseite des Blattes angeheftet sind und 3. doppelseitige Gallen, die das Blatt durchwachsen, also auf der Ober- und Unterseite annähernd gleichstark hervorragen.

Die Blattumrollungen (Abb. 186) entstehen als eine Wachstumsreaktion der Pflanze auf die Eiablage und sind daher als echte Gallbildungen anzusehen. Als Erzeuger werden genannt Pontania puella C. G. Thoms. (an *Salix alba, fragilis* und *amygdalina*), piliserra C. G. Thoms., P. scotaspis Först. und P. leucaspis Tischb. (an *Salix viminalis*, letztere auch an *S. purpurea* und *cinerea* und anderen). „Die Imagines findet man im Frühjahr, die Gallen vom Frühjahr bis in den Herbst, doch scheint überall nur eine, sich lang hinziehende

Generation vorzukommen. Die in der Blattrolle lebenden Larven fressen zuerst nur innerhalb der Galle das Parenchym aus oder auch Löcher in die Blattfläche, später verlassen die Larven, besonders nachts, die Galle und befressen den Blattrand, doch pflegen sie tagsüber wieder in die Galle zurückzukehren. Die Verpuppung erfolgt bei allen Arten in einem Kokon in der Erde."

Von den einseitigen Gallen an der Blattunterseite ist die bekannteste die von Pontania viminalis L. (= *salicis* Christ.) an *S. purpurea*, seltener auf anderen glattblättrigen Weiden. Die Galle (Abb. 187) ist kugelig, kahl, mit einzelnen kleinen Wärzchen besetzt, ihre Farbe grün oder gelb, häufig ist sie ausgedehnt rotbackig wie ein Apfel. Sie ist innen hohl, ihre Wandung mäßig dick, später jedoch, wenn die Larve die Wandung abgenagt hat, wird sie papierdünn. Zur Verpuppung verläßt die Larve die Galle gewöhnlich durch ein Loch und begibt sich entweder in die Erde oder bohrt sich in das Mark von Weidenruten ein. Je nach dem Klima kommen ein bis zwei Generationen jährlich vor.

Sehr ähnlich ist die an *Salix incana* vorkommende Galle von Pontania kriechbaumeri Knw., die aber oft etwas unregelmäßig geformt und von einem weißen bzw. grauen Filz überzogen ist. An *Salix caprea, aurita* und *cinerea* kommen ähnliche gelbgefärbte, manchmal rotbackige Gallen vor, die sich von den vorigen dadurch unterscheiden, daß sie mehr oder weniger dicht mit feinen Haaren besetzt sind; sie stammen meist von Pontania pedunculi Htg.[1]).

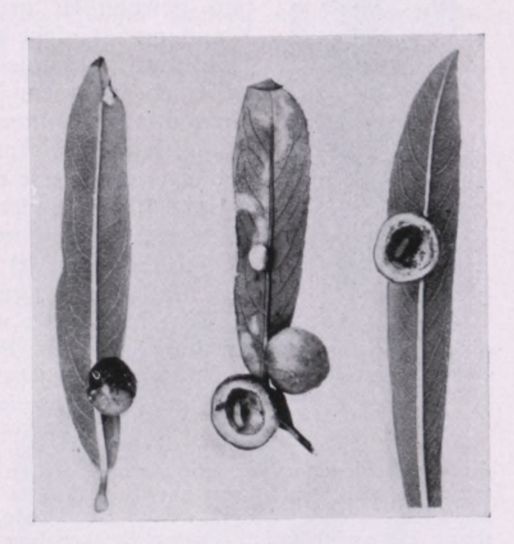


Abb. 187. Gallen von *Pontania viminalis* L. Zwei Gallen sind aufgeschnitten und zeigen die Larven im Hohlraum. Original

Von den doppelseitigen Gallen, die das Blatt durchwachsen, ist die häufigste und bekannteste die von Pontania capreae L. erzeugte, die sich besonders häufig an *Salix amygdalina, alba, fragilis* usw. findet, aber auch an rauhblätterigen Weiden wie *S. caprea* vorkommt (Abb. 188). „An einem Blatt sind gewöhnlich mehrere bis viele Gallen,

[1]) Es liegt sehr nahe zu vermuten, daß die Gallen von Pontania viminalis L., kriechbaumeri Knw. und pedunculi Htg. nur verschiedene Formen ein und derselben Art sind, bedingt durch die verschiedene Nährpflanze; denn die Gallen sind einander sehr ähnlich und unterscheiden sich im wesentlichen nur durch ihre Oberfläche. Da nun auf der glattblättrigen *Salix purpurea* die glatte Galle von *Pontania viminalis*, auf der filzigen *S. incana* die filzige Galle von *P. kriechbaumeri* und auf der behaarten *S. aurita* die behaarte Galle von *P. pedunculi* vorkommt, so drängt sich förmlich die Annahme auf, daß es sich hier nur um eine Art handelt, deren Gallen je nach der Weidenart verschiedene Ausbildung der Behaarung zeigen. Enslin hat jedoch durch Untersuchung der Sägeblätter der weiblichen Wespen nachgewiesen, daß es sich um deutlich abgegrenzte verschiedene Arten handelt.

die oberseits ungefähr die Form einer Kaffeebohne haben und meist rot sind, während ihre Unterseite grüne Farbe hat. Die Galle ist anfangs vollkommen markig und erst später frißt die Larve einen Hohlraum heraus. Während bei den übrigen *Pontania*- und auch bei allen *Euura*-Gallen aller von der Larve ausgeschiedener Kot innerhalb der Galle bleibt und diese schließlich ganz erfüllt, ist dies bei *P. capreae* nicht der Fall. Die Larve beißt vielmehr, wenn sie halb erwachsen ist, ein Loch in die Galle und entfernt durch dieses allen Kot nach außen. Die Verpuppung erfolgt in einem Kokon in der Erde, zwischen dürren Blättern oder innerhalb der Galle selbst. In den meisten Gegenden kommen jährlich zwei Generationen vor. Während bei den anderen *Pontania*-Arten die ♂♂ nicht selten sind, kommen sie bei *P. capreae* äußerst selten vor, weshalb sich die Art in der Regel parthenogenetisch fortpflanzt." — Weit größer ist die Galle von Pontania vesicator Bremi, die die Form einer Bohne hat und gewöhnlich grün gefärbt ist (Abb. 189). Ihre Wandung ist nicht sehr dick, so daß innen ein großer Hohlraum vorhanden ist. Die Verpuppung erfolgt gewöhnlich in einem Kokon in der Erde. — Die Galle einer dritten *Pontania*-Art, Pontania femoralis Cam. hat die Form eines langen Wulstes (Abb. 190), der oft stellenweise etwas eingeschnürt ist („rosenkranzförmig"). Sie findet sich meist an *Salix purpurea,* doch auch an *S. laurina* und anderen Weiden; fast stets liegen zwei Gallen parallel nebeneinander dicht der Mittelrippe des Blattes angelagert. Bisher ist nur eine Generation jährlich beobachtet worden (die Larven verlassen schon im Juni oder Juli die Gallen zur Verpuppung).



Abb. 188. Gallen von *Pontania capreae* L. an *Salix amygdalina.* Nach Enslin

Was die Entstehung und Entwicklung der Gallen betrifft, so liegen hier eine Reihe von Untersuchungen und Anschauungen vor, vor allem von Beijerinck (1888), Magnus (1914) und Enslin (1916). Danach scheinen sich die verschiedenen *Euura*- und *Pontania*-Gallen durchaus nicht in gleicher Weise zu entwickeln. Bei den einen hat die Galle schon ihre volle Größe erreicht, wenn die Larve sich noch im Ei befindet bzw. aus dem Ei schlüpft. Es lag die Annahme nahe, daß der Reiz zur Gallbildung von dem lebenden Ei oder dem bei der Eiablage abgegebenen Sekret ausgeht. Durch verschiedene Versuche wurde jedoch diese Annahme widerlegt. Magnus ist der Meinung, daß es vor allem die besondere Art der Verwundung ganz junger Blätter usw. ist, die zur Gallbildung führt, daß also die Gallbildung in der Hauptsache gesteigerte Wundcallusbildung ist. In der Tat weist das neugebildete Gewebe kaum etwas Spezifisches auf und zeigt nur Elemente, die auch sonst bei der Wundheilung nach Verletzungen im Blattinnern auftreten. Diese Entwicklung zeigen die Gallen von *Pontania capreae* L. und von den *Euura*-Arten.

Auf der anderen Seite stehen die Gallen, die zu ihrer vollen Entwicklung auch die Tätigkeit der Larve benötigen. Der Anfang der Gallbildung wird auch hier durch die Verwundung bei der Eiablage veranlaßt (die Trennung der Gewebeschichten erfolgt hier näher der Oberfläche des Blattes, nämlich zwischen der Pallisadenschicht und dem Mesophyll). Wir haben es auch hier zunächst mit einer gesteigerten Wundcallusbildung zu tun. Dann aber setzt fast plötzlich eine wesentliche Änderung in der Struktur des Gallengewebes ein, indem ein

typisches Neubildungsgewebe entsteht. Die Änderung fällt mit dem Augenblick zusammen, da die junge Larve die Eihülle sprengt und beginnt, die Wandung der Galle zu benagen. Daß dieses zweite Stadium der Gallentwicklung und die Entwicklung der Larve nicht nur zeitlich, sondern auch ursächlich zusammenfallen, wird dadurch bewiesen, daß mit der Entfernung der Larve die Weiterentwicklung der Galle aufhört bzw. die Galle verkrüppelt. In diese Gruppe gehören die Gallen von *Pontania viminalis, kriechbaumeri, vesicator* und *femoralis*. Bei der letzteren tritt als besondere Eigentümlichkeit hinzu, daß hier nicht, wie bei allen anderen Gallen, nur e i n Einstich gemacht wird, sondern daß 5—8 Einstiche mit einem Zwischenraum von je 1 mm nötig sind, um eine Galle zu erzeugen und wohl aus dem Grunde, weil ältere Blätter zur Eiablage gewählt werden, bei denen die Reaktion auf die Verwundung immer sehr schwach ist und es nur durch Vereinigung mehrerer Einschnitte möglich ist, eine größere Gallenhöhle zu erzeugen. Die Entstehung aus mehreren Einschnitten prägt sich ja auch im Äußeren der Galle in den Einschnürungen aus (Abb. 190).

b) Blattfraß ohne Gallbildung

Weit größer als die Zahl der Gallenbildner an Weide ist die der „freilebenden" Tenthredininen, deren Larven die Blätter der Weiden oder Pappeln fressen.

Am auffälligsten sind die buntgefärbten Larven der **Pristiphora-** und **Pteronidea-**Arten (Nematinen), die meist vorn und hinten gelbrot und in der Mitte scharf abgegrenzt grün oder aber blau orangegefleckt sind.

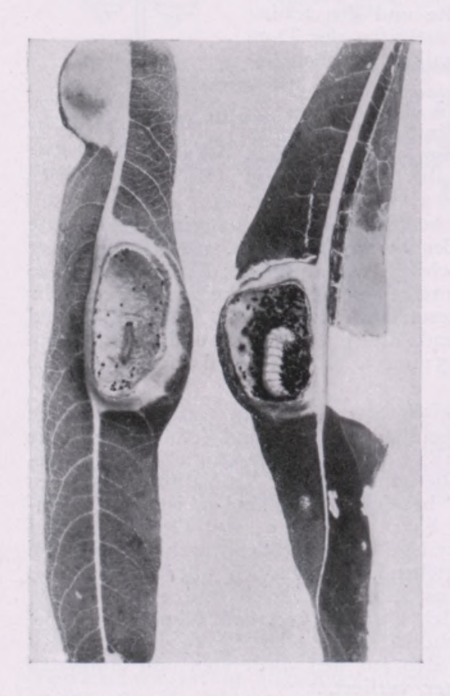




Abb. 189. Gallen von *Pontania vesicator* Bremi an *Salix*. Die beiden aufgeschnittenen Gallen enthalten Larven in verschiedenen Entwicklungsstadien; links Junglarve, rechts ausgewachsen, dementsprechend die Wand der rechten Galle wesentlich dünner als die der linken. Original

B a e r hat sich eingehend mit dieser Gruppe beschäftigt und eine Bestimmungstabelle der häufigeren Larven gegeben, die hier verkürzt wiedergegeben ist [1]).

1 Färbung [2]) grün, die ersten und letzten Segmente scharf begrenzt rot oder gelb 2
— Färbung blau, orangegefleckt 6
2 Afterklappe jederseits in eine kleine dornartige Spitze ausgezogen 3
— Afterklappe ohne dornartige Spitzchen und ohne schwarzen Fleck. — Färbung hellgrün, die 3 vordersten und 2 hintersten Segmente ledergelb, Kopf wie bei sämtlichen Arten schwarz. Dorsallinie fehlend, auf den ersten 4 Segmenten durch Fleckenpaare ersetzt. Semikolonreihe aus je einem kurzen Streif über jedem Bauchfuß bestehend (Abb. 192 b). Länge 15 mm . . P r i s t i p h o r a c o n j u g a t a D a h l b.
3 Dorsallinie vorhanden 4
— Dorsallinie fehlend, auf den ersten vier Segmenten durch Fleckenpaare ersetzt. Semikolonreihe aus einem langen Längs- und einem kurzen Schrägstrich am Grund jeden Bauchfußes bestehend. Färbung hellgraugrün, die 3 vordersten und 3 hintersten Segmente hellziegelrot. Länge 25 mm. P t e r o n i d e a m i l i a r i s P z.
4 Obere Seitenreihe vorhanden, Afterklappe stets mit schwarzem Fleck 5
— Obere Seitenreihe fehlend, Afterklappe meist ohne schwarzen Fleck. Färbung gelblichgrün, das vorderste und die 2 hintersten Segmente orange. Laterale Rückenstreifen der Dorsallinie gleichend. Semikolonreihe aus Semikolonzeichen bestehend (Abb. 192 a). Länge 20 mm. P t e r o n i d e a p a v i d a L e p.
5 Keine schwarzen Punkte zwischen Dorsallinie und lateralem Rückenstreif (Abb. 192 c). Färbung grün, das vorderste und die 2—3 hintersten Segmente rötlichgelb. Länge 15 mm. P t e r o n i d e a m e l a n a s p i s H t g.
— Zwischen Dorsallinie und lateralem Rückenstreif zwei hintereinanderliegende schwarze Punkte auf der Vorderhälfte jedes Segmentes (Abb. 192 e). Lateraler Rückenstreif in sehr kräftige, oft quadratische Flecke aufgelöst; ähnlich die obere Seitenreihe. Ebenso auch die untere Seitenreihe und die Semikolonreihe aus sehr kräftigen Strichen und Flecken zusammengesetzt. Afterspitzchen klein, am Grund hell. Färbung meergrün, ins Blaue spielend, die 3 vordersten und 3 hintersten Segmente braunrot. Größte Art. Länge 35 mm. . P t e r o n i d e a s a l i c i s L.

Abb. 190. Gallen von *Pontania femoralis* Cam. an *Salix purpurea*. Nach E n s l i n

[1]) Alle diese Larven tragen schwarze Zeichnungen in Form von Längsstreifen und -reihen von Flecken, die für die Unterscheidung wichtig sind (Abb. 193). Die Grundelemente sind: ein u n p a a r e r R ü c k e n s t r e i f e n („Dorsallinie") und beiderseits davon v i e r p a a r i g e S t r e i f e n. Die zunächst der Dorsallinie liegenden werden als „l a t e r a l e R ü c k e n s t r e i f e n" bezeichnet; sie sind meist in Fleckenreihen aufgelöst. Auf diese folgt die „o b e r e S e i t e n r e i h e" von Flecken, darauf weiter ventralwärts die „u n t e r e S e i t e n r e i h e", aus größeren schräg oder im Zickzack gestellten Strichen und Flecken bestehend, und endlich über dem Grund der Bauchfüße die „S e m i k o l o n r e i h e", aus je einem Strich und einem Punkt, bald aus 1—2 Strichen auf jedem Segment sich zusammensetzend (ähnlich wie bei manchen *Diprion*-Larven). Vollkommen ausgebildet findet sich die Zeichnung meist nur auf den mittleren Segmenten, während sie sich auf den vordersten und hintersten anders gefärbten Segmenten mehr oder weniger verliert.

[2]) Die charakteristische auffallende Färbung erlangen die Larven erst in ihren letzten Stadien. Bei den jüngeren Larven sind die Färbungs- und Zeichnungsunterschiede andeutungsweise vorhanden. Auch nach dem Tode wird die Färbung undeutlich.

6 Lateraler Rückenstreif ein fast ununterbrochenes sehr breites Band bildend (Abb. 192 h u. 193 c). Kommt auch auf Birke vor[1]).
Pteronidea cadderensis Cam.

— Lateraler Rückenstreif aus einzelnen, sehr kräftigen querstehenden Flecken bestehend (Abb. 192 g u. 193 b) . . . Pteronidea ferruginea Först.[2])



Abb. 191. *Pteronidea salicis* L. ♀ (3mal)

Sehr verschieden und charakteristisch ist die Art der Eiablage der hier genannten Arten, wodurch die Bestimmung oft erleichtert bzw. gesichert werden kann. Die einen versenken die Eier in das Blattgewebe oder die Triebrinde, die anderen kleben sie einfach äußerlich an.

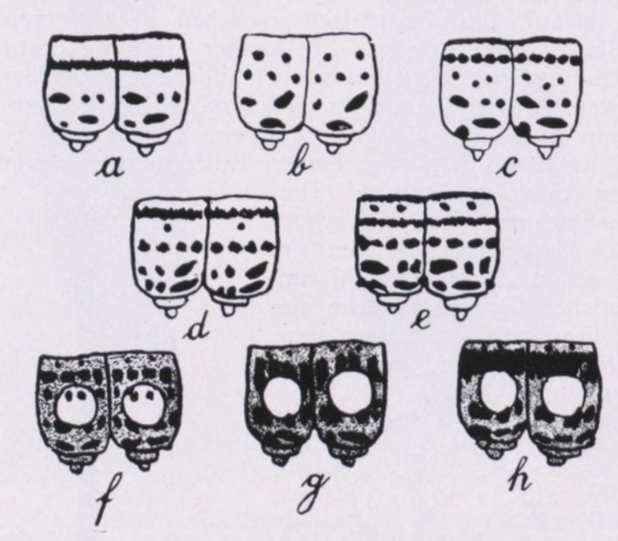


Abb. 192. Mittlere Segmente der Larve von: a *Pteronidea pavida* Lep., b *Pristiphora conjugata* Dahlb., c *Pteronidea melanaspis* Htg., d *Pt. miliaris* Pz., e *Pt. salicis* L., f *Pt. melanocephala* Htg., g *Pt. ferruginea* Först., h *Pt. cadderensis* Cam. Nach Enslin

Zu der ersten Gruppe gehören: Pristiphora conjugata Dahlb., die die Eier in den Blattrand von der Kante einschiebt (Abb. 194), ferner Pter. miliaris Pz., die die Eier in Doppelreihen in die Triebe legt (Abb. 195) und Pter. salicis L., ferruginea Först. und cadderensis Cam., welche ihre Eier auf der Unterseite der Blätter in unregelmäßig nebeneinander angebrachte, nierenförmige Eitaschen unterbringen (Abb. 196)[3]).

---

[1]) Nach Baer (1915) ist Birke wohl die Hauptnährpflanze und das Vorkommen an Weide noch zweifelhaft. Ebenso wie auch das angebliche Vorkommen einer dritten Art mit blauer orangegefleckter Larve, *Pt. melanocephala* Htg., an Weide noch der Bestätigung bedarf; sie ist in der Hauptsache ein Ulmen- und Birkentier.

[2]) Sämtliche Larven sind von Brischke und Zaddach und von von Vollenhofen farbig abgebildet, wenn auch vielfach unter anderen Namen, wie *conjugata* als *aurantiacus, miliaris* als *fulvus* Htg. und *croccus* Thoms. bzw. als *trimaculatus, pavida* als *Witewaalli, melanaspis* als *sulphureus* bzw. *palliercus* Ht. (Baer).

[3]) Herangereift treten die Eier so stark aus der Blattfläche hervor, daß sie äußerlich angeklebt erscheinen. Bei genauerem Zusehen bemerkt man, daß die Eier von der stark ausgedehnten Epidermis bedeckt werden.

Zu der zweiten Gruppe gehören Pter. pavida Lep. und melanaspis Htg., deren äußerlich auf der Unterseite der Blätter angeklebten



Abb. 193. Bezeichnung der Streifen und Flecken auf den *Pteronidea*-Larven: 1 Lateraler Rückenstreif, 2 Obere Seitenreihe, 3 Untere Seitenreihe, 4 Semikolonreihe. (a *Pt. melanocephala* Htg., b *Pt. ferruginea* Först., c *Pt. cadderensis* Cam.) Nach Baer

Eier unregelmäßig begrenzte Haufen (von zuweilen 90 Stück) bilden. Die einzelnen Eier liegen darin meist schichtenweise zierlich nebeneinander, meist etwas schräg geneigt (Abb. 197).

Der Fraß der Larven zeigt sich zunächst als Löcherfraß in der Blattfläche; die kräftige *Pter. salicis* L. geht jedoch schon bald dazu über, die Blätter vom Rande her anzugreifen und läßt von ihnen schließlich höchstens noch die Mittelrippe stehen. Die anderen Arten beschränken sich in der Hauptsache darauf, das Blattfleisch zwischen den Nerven herauszunagen und das Blatt zu skelettieren. „Je kleiner sie sind, desto zierlicher fällt die Skelettierung aus, indem dann auch die zarteren Aderverzweigungen verschont werden. Von *Pteronidea melanaspis* kahlgefressene Kopfweiden haben daher ein eigenartig duftiges Aussehen. Die Blätter erscheinen durchsichtig und der Baum daher aus einiger Entfernung nur wie mit einem zarten grünen Schleier bedeckt. Die Larven fressen gesellig und nehmen dabei die schon erwähnten Stellungen ein. Beunruhigt schlagen sie taktmäßig den Hinterleib auf und nieder, wohl um das Sekret der eigentümlichen Drüsen, welche sie zwischen den Bauchfüßen hervorstülpen, besser ausströmen zu lassen. Bei *Pt. pavida* und *melanaspis* ist der wanzenartige Geruch desselben sehr auffallend."

„Mit Ausnahme von *Pt. salicis* werden alle Arten außer auf Weide zuweilen auch auf Pappel, besonders Aspe, angetroffen. Von den Weidenarten wird wohl keine verschont, doch bevorzugen die Larven nicht alle die gleichen, so *pavida* die Salweiden und *salicis* sehr entschieden die glatt- und schmalblättrigen Formen, wie *S. purpurea, fragilis, alba* usw. Wohl alle können durch ihren Kahlfraß gelegentlich fühlbaren



Abb. 194. Aspenblatt mit Eitaschen von *Pristiphora conjugata* Dahlb., die infolge der Anschwellung der Eier blasenförmig angeschwollen sind. Nach Baer

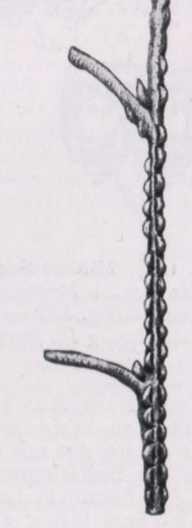


Abb. 195. Salweidentrieb mit den doppelreihig angebrachten Eitaschen von *Pteronidea miliaris* Pz. Nach Baer

Schaden anrichten. So sahen Zaddach und Brischke, wie eine Allee hoher kräftiger Weiden von *salicis* und ganze Weidenpflanzungen von *pavida* entblättert wurden."

„Zur Verpuppung gehen alle Arten in den Boden, nur *salicis* spinnt sich zuweilen zwischen Blättern am Fraßplatz ein. Diese, sowie *miliaris* fertigen einen doppelten, die übrigen einen einfachen Kokon an. Im ersteren Falle wird innerhalb der zuerst hergestellten, mit Erdteilchen verklebten filzigen Hülle noch ein zweiter kleinerer,

Abb. 196. Blätter von *Salix fragilis* L. mit der Eiablage und eben erst ausgeschlüpften Lärvchen von *Pteronidea ferruginea* Först. (8/5.) Nach Baer



Abb. 197. Blatt von *Salix aurita* L. mit äußerlich abgelegten Eiern von *Pt. pavida* Lep. Nach Baer

zwar dünner, aber sehr dichter, glatter und glänzender Kokon gesponnen, vielleicht eine Schutzeinrichtung gegen zu große Nässe im Boden."

„Die Hauptfraßzeit sämtlicher Arten ist August und September, oft bis weit in den Oktober hinein. Die Generation ist einfach oder (meistens) doppelt."

Die Bevölkerungsdichte der *Pteronidea*-Arten ist großen Schwankungen unterworfen. Worauf diese zurückzuführen sind, darüber wissen wir heute so gut wie gar nichts. Baer meint, daß in der Hauptsache Eiparasiten als Hauptregulatoren wirken, nachdem Larvenparasiten nur wenig bekannt sind und „die Witterungsunbilden den Larven nur wenig an-

zuhaben scheinen." Manche der hier besprochenen Arten können, wie schon gesagt, recht schädlich werden. Ratzeburg rechnet *Pt. salicis* sogar zu den „sehr schädlichen" Forstinsekten.

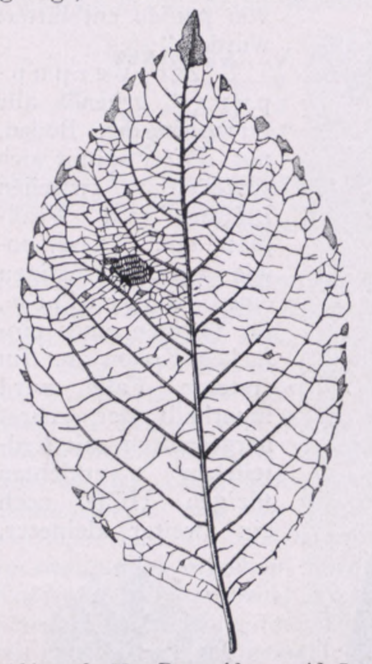
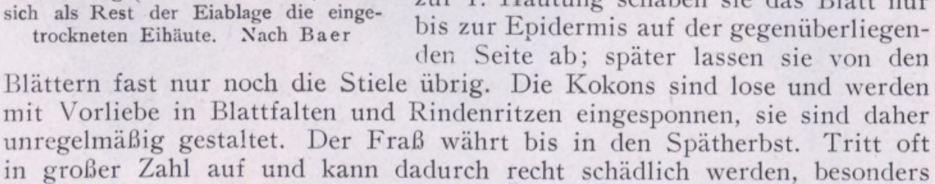


Abb. 198. Von *Pteronidea pavida* Lep. skelettiertes sehr großes Blatt von *Salix caprea* L.; inmitten der Stelle der feinsten Skelettierung (obere linke Hälfte) finden sich als Rest der Eiablage die eingetrockneten Eihäute. Nach Baer

Von den übrigen zahlreichen Weiden- und Pappel-Nematinen seien noch genannt:

Amauronematus histrio Lep. auf *Salix aurita* und *caprea*. Larve hellgrün, die Seiten des Rückengefäßes durch einen weißen Streif begrenzt, ferner weiter seitlich noch ein weißer Längsstreif. Die Larven von *Amauronematus excellens* Fors. zerfressen zu 15 bis 20 Stück je Blatt die Blätter von *Salix caprea* bis auf die Mittelnerven.

Trichiocampus *(Cladius)* **viminalis Fall.** auf verschiedenen *Populus*-Arten und *Salix caprea*. Larve hellgrün, die ersten 2—3 und die letzten 3 Segmente gelb, mit weißlichen Haaren bedeckt. Auf jedem Segment sind jederseits zwei schwarze Flecken, ein größerer auf dem Rücken und ein kleinerer über der Basis der Füße. Eier zweireihig in den Blattstielen. Larven zu mehreren dicht nebeneinander auf der Unterseite der Blätter, derselben flach anliegend und langgestreckt. Bis zur 1. Häutung schaben sie das Blatt nur bis zur Epidermis auf der gegenüberliegenden Seite ab; später lassen sie von den



Blättern fast nur noch die Stiele übrig. Die Kokons sind lose und werden mit Vorliebe in Blattfalten und Rindenritzen eingesponnen, sie sind daher unregelmäßig gestaltet. Der Fraß währt bis in den Spätherbst. Tritt oft in großer Zahl auf und kann dadurch recht schädlich werden, besonders an Balsampappel (Baer 1915).

Caliroa annulipes Klg. Die mit hellem Schleim überzogene nacktschneckenähnliche Larve ist polyphag und kommt außer auf Weide noch auf *Quercus, Tilia* und *Betula* vor.

Über ein Massenvorkommen auf Weide (*Salix americana*) berichtet Friedl (1933). Die Art hat zwei Generationen, bei besonders günstigen Temperaturverhältnissen der Monate Mai bis September können 3 Generationen zustande kommen. Der Flugbeginn ist abhängig von den Bodentemperaturen, die Dauer der Larvenzeiten der einzelnen Generationen von den Minimaltemperaturen der Luft. Desgleichen ist die Dauer des Puppenstadiums von der Höhe der Minimalwerte der Bodentemperatur abhängig und sie währt bei der letzten Generation von Ende September bis Mitte Mai.

Die erste Flugzeit fällt im allgemeinen in den Anfang Mai und dauert 2—3 Wochen. Das Hauptschwärmen und die Copula findet in

sonnigen Mittagsstunden statt. Zur Eiablage schneidet das ♀ Taschen in die Epidermis der Blattunterseite, in die es je ein Ei legt, im ganzen etwa 6—10 auf einem Blatt. Nach 10—14 Tagen erscheinen die Larven, die zuerst kleine Löcher fressen und dann die Blätter bis auf die Mittelrippe, Nerven und Oberhaut verzehren. Die skelettierten Blätter vertrocknen allmählich und fallen ab. Der Fraß schreitet innerhalb einer Vegetationsperiode von der Basis immer weiter gegen die Rutenspitze zu. Das Wachstum der Larve ist in 15—20 Tagen beendet (mit 6 Häutungen). Die Larven gehen jetzt zur Verpuppung, die meist im Boden in einem Kokon stattfindet (nur wenige verspinnen sich oben in den Blättern). Im Boden liegen die Kokons 15—20 cm tief; sie sind eiförmig und mit einer dunklen starren Kittmasse ausgekleidet. Die Puppenruhe dauert bei der ersten Generation 2 Wochen; anfangs Juli findet bereits der zweite Flug statt. Die Fraßzeit dauert bis Ende September.

Friedl beobachtete ein starkes Auftreten dieser Blattwespe in einer oberösterreichischen Weidenkultur; es waren annähernd 100 % der Pflanzen befallen, so daß ein bedeutender Schaden angerichtet wurde. Auffallend war, daß nur *Salix americana* angenommen wurde, andere Weiden, wie *Salix viminalis* dagegen verschont wurden.

Außer *Caliroa annulipes* kommt bisweilen auch noch C. limacina Retz. und C. varipes Kl. auf Weiden vor. Von sonstigen Weidenschädlingen sind noch zu nennen verschiedene Arten der Gattungen Phyllotoma Fall. (s. S. 215), Croesus Leach. (s. S. 222) u. a.

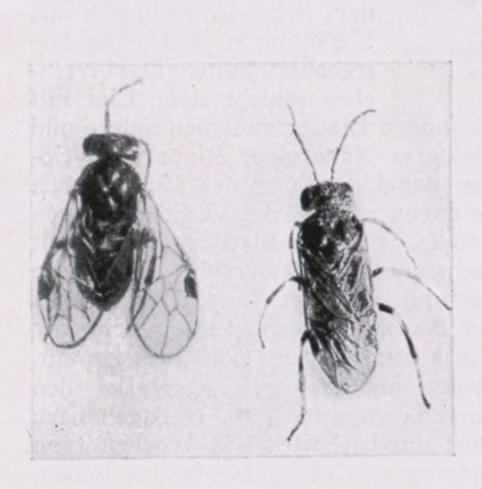


Abb. 199. *Caliroa annulipes* Klg., links ♂, rechts ♀ (nat. Größe 8—9 mm). Nach Friedl



Abb. 200. Larven von *Caliroa annulipes* Klg. an *Salix americana* (nat. Größe der Larven 9—10 mm). Nach Friedl

2. An Eiche (Quercus)

Von den Eichentieren sind hauptsächlich folgende Arten zu nennen: Periclista lineolata Kl. *(Blennocampini)* und Allantus *(Emphytus)* braccatus Gm. *(Selandrini) und* verschiedene Caliroa-Arten.

Periclista lineolata Kl. (Abb. 201)

Schwarz, der Hinterrand des Pronotums und die Tegulae weiß; die einzelnen Hinterleibssegmente am Hinterrand fein gesäumt.

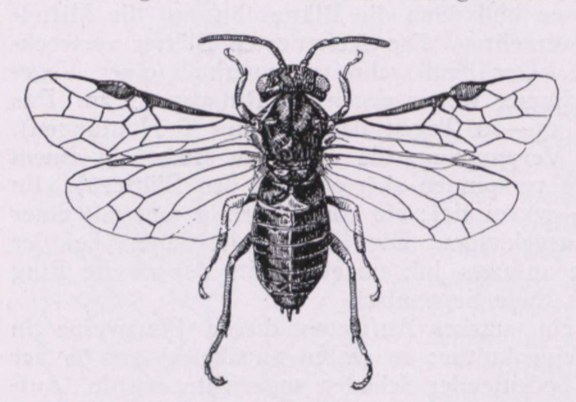


Abb. 201. *Periclista lineolata* Klg. ♀. (4 mal)



Abb. 202. Larve („Dornraupe") von *Periclista lineolata* Klg. mit einem Ektoparasiten. Nach Nägeli

Besonders auffallend ist die Larve (Abb. 202), die zu den sogenannten „Dornraupen" gehört [1]. Sie trägt auf schwarzen Warzen auf jedem Segment mehrere Reihen langer schwarzer Dornen, die dadurch noch auffälliger wirken, daß sie sich in zwei Spitzen teilen (nur am Aftersegment findet sich ein Kranz ungegabelter Dornen). Die allgemeine Färbung des Körpers ist ein helles weißliches Grün, das später vor der letzten Häutung in eine Orangegelbfärbung übergeht. Nach der letzten Häutung, bei welcher die Bedornung vollständig verloren geht, ist diese Farbe dominierend.

Eine eingehende Schilderung dieser Blennocampine verdanken wir Nägeli (1931), der dieselbe in der Schweiz mehrfach als Schädling zu beobachten Gelegenheit hatte. Das Weibchen schiebt seine Eier mit Hilfe seiner Säge auf der Unterseite der jungen Blätter zwischen untere und obere Epidermis, gewöhnlich in unmittelbarer Nähe einer Rippe, ein. Sowohl der Nerv als auch die Gewebe in der Umgebung des Eies sterben nach diesem Vorgang ab und die Folge davon sind starke Verkrümmungen der Blattspreite oberhalb der Einbohrstelle. Da das Blatt in dieser Zeit ein außerordentlich starkes Flächenwachstum aufweist, reißt die Spreite längs der Trennungslinie zwischen totem und lebendem Gewebe auf, und es bildet sich daher in kurzer Zeit auf der dem Nerv abgewandten Seite der „Eigalle" ein Loch, wie dies auf Abb. 203 deutlich zum Ausdruck kommt.

Die Dauer des Eistadiums beträgt nur wenige Tage. Bei den Laboratoriumszuchten schlüpften die Larven schon nach 5—6 Tagen nach der Eiablage. Das Larvenstadium dauert durchschnittlich 4 Wochen (von Mitte Mai bis Mitte Juni). Zur Verpuppung geht die Larve in den Boden, wo sie nahe der Oberfläche einen Kokon spinnt. Letzterer ist kurz walzenförmig mit abgerundeten Enden und besteht aus einem zähen, braunschwarzen Gespinst, von dem aber äußerlich nichts wahrzunehmen ist, da dasselbe vollständig mit anhaftender Erde, Nadelresten usw. bedeckt ist. Eine besondere Eigentümlichkeit des Kokons besteht darin, daß das Ende, an welchem der Larvenkopf liegt, offen ist und ein Abschluß erst etwa

[1] Es gibt noch andere *Periclista*-Arten, die ebenfalls auf Eiche leben und ganz ähnliche „Dornraupen" haben, wie *Periclista albida* Kl. und *pubescens* Zadd. (s. Nägeli S. 78 u. 79).

1,5—2 mm innerhalb der Röhre, vermittelst eines flachen Deckels, erfolgt (Abb. 204). In diesem Kokon verbringt die Larven den ganzen Winter, um sich erst im Frühjahr, wenige Tage vor dem Erscheinen der Imagines zu verpuppen.

Als Feinde beobachtete Nägeli Ameisen, ferner eine räuberische Blattwespe, *Rhogogaster viridis*, und verschiedene Schlupfwespen, darunter eine bisher unbestimmbare Art, deren Larve ektoparasitisch an der *Periclista*-Larve lebt [1]). Dabei bietet die Bedornung seines Opfers dem Parasiten bei seiner Saugtätigkeit nicht nur einen guten Schutz vor Abgestreiftwerden, sondern auch vortrefflichen Stütz- und Haltepunkt. Die *Periclista*-Larven werden durch den Entzug der Körperflüssigkeit rasch geschwächt, sterben sehr bald ab und schrumpfen unter allmählichem Schwarzwerden von der Saugstelle her ziemlich rasch zusammen. Der Parasit verhält sich nun durchaus nekrophag, indem er sich durch den Tod des Wirtes in keiner Weise von seiner Saugtätigkeit abbringen läßt. In der Zucht ließ sich des öfteren ein Saugen des Schmarotzers an bereits stark verschimmelten Wirtslarven feststellen. Außerdem zog Nägeli aus Kokon den Tryphoninen *Mesoleius holmgreni* Schmied. [2]).

Der Larvenfraß kann an jüngeren bis rund 4 m hohen Eichen bis zu vollständigem Kahlfraß führen. Befallen wird in erster Linie die Stieleiche, während die Traubeneiche ganz bedeutend weniger und nur vereinzelt geschädigt wird. In Dietikon konnte allerdings auch bei 30—40 m hohen Traubeneichen ein ziemlich starker Fraß festgestellt werden, durch welchen einzelne Pflanzen vollständig entlaubt wurden, doch war auch hier der Befall nicht so ausgedehnt wie bei einer benachbarten Stieleichenkultur. In Höhragen fand sich die *Periclista*-Larve auch an der Roteiche (*Quercus rubra* L.).

Nach Grad und Aussehen des Fraßbildes sind im wesentlichen drei Stadien festzustellen, die sich deutlich voneinander unterscheiden. Diese Verschiedenheit ist einerseits durch das Alter bzw. die Größe der



Abb. 203. „Eigalle" von *Periclista lineolata* Kl., kurz vor dem Auskriechen der Larve. Nach Nägeli



Abb. 204. Kokon von *Periclista lineolata* Kl. aufgeschnitten. Nach Nägeli

[1]) Wahrscheinlich handelt es sich um den Ophioninen *Plectiscus tenthredinarum* Giraud.

[2]) Giraud (1871) zog aus den Kokon von *Periclista lineolata* und *pubescens* eine ganze Reihe von Schlupfwespen, fast alle den Tryphoninen angehörig (*Mesoleius, Perilissus, Tryphon, Trematopygus*).

Larve, andererseits durch die Beschaffenheit der Blätter bedingt. An jungen, eben entfalteten Blättern frißt die kleine, erst vor kurzem geschlüpfte Larve wahllos über die ganze Blattspreite verstreute kreisrunde Löcher von 1 bis 5 mm Durchmesser, welche stark an den Käferfraß von *Orchestes fagi* L. erinnern. Bei zunehmender Größe der Larve begibt sich dieselbe an den Blattrand, den sie, gewöhnlich von der Spitze des Hauptnerves her, zu befressen beginnt. Auf diese Weise wird das noch weiche Blatt oft bis auf einen kurzen Stumpf völlig aufgezehrt, oft werden dabei aber auch der Hauptnerv, sowie einzelne stärkere Seitennerven stehen gelassen. Mit zunehmendem Alter des Blattes wird dasselbe immer derber, und in diesem Moment setzt nun das dritte charakteristische Stadium des *Periclista*-Fraßes ein, welches in einer eigentlichen Skelettierung des Blattes besteht. Die Larve frißt dabei nur noch in der Blattspreite, unter peinlicher Umgehung aller gröberen Nerven. Dabei entstehen typische Skelettierungsformen, wie sie oft bei der Verwesung von Blättern unter Wasser auftreten.

„Besonders auffällig war diese Erscheinung Ende Mai 1928 in Höhragen an unterbauten, rund 2—3 m hohen Stieleichengruppen aus dem Jahre 1920 zu sehen. In diesem Zeitpunkt waren sämtliche Pflanzen nahezu kahlgefressen, und an vielen Blättern waren bis zu 10 *Periclista*-Larven keine Seltenheit. Auch dieser außerordentlich starke Fraß hatte jedoch kein Eingehen der befallenen Pflanzen zur Folge. Dieselben begrünten sich vielmehr im nämlichen Sommer wieder, was ja bei einer Holzart, die so stark zu Johannistriebbildung neigt, wie die Eiche, nicht weiter verwunderlich ist. Immerhin muß aber doch dieser Verlust der gesamten Belaubung einen großen Zuwachsausfall zur Folge haben, der unter sonstigen ungünstigen Verhältnissen der Pflanze gefährlich werden könnte. Eine besondere Vorliebe scheint für den Gipfeltrieb zu bestehen, denn gewöhnlich beginnt der Kahlfraß von oben her, während am unteren Teil der Pflanze nur vereinzelte Larven zu finden sind.“

Ob auch die Kronen alter Eichen befallen werden, konnte Nägeli nicht feststellen, doch schließt er dies aus den zahlreichen Wasserreisern in Bodennähe. Am verbreitetsten findet sich der Fraß an strauchartigen Stieleichen längs der Bestandsränder und in jüngeren bis mannshohen Kulturen.

Nägeli fand zum erstenmal im Jahre 1928 in Höhragen bei Bülach (Schweiz) einen größeren Fraßherd. Im folgenden Jahr trat die Blattwespe auch an anderen benachbarten Plätzen auf, und im Sommer 1931 hat der Verbreitungsbezirk stark zugenommen, und es trat der Schädling in der Umgebung von Zürich stellenweise massenhaft auf.

Allantus (Emphytus) braccatus Gmel.

Diese zu den Selandriinen gehörende Art hat Nielsen (1913) eingehender beobachtet.

Die Wespe (Abb. 205) hat einen gestreckten Körper. Schwarz, nur die Tegulae öfter weiß. Beine rötlich, Hüften und Trochanteren, die Basis der Vorderschenkel und die Spitze der Hinterschenkel schwarz.

Die Larve ist zuerst hellgrünlich, später wird der Kopf schwarz, der untere Gesichtsteil hellbraun. Der Rücken der Larve ist bei der erwachsenen Larve dunkel olivgrün bis grauschwarz, die Seiten scharf abgesetzt hellgrünlichgrau; über jedem Bauchfuß ein grauschwarzer Wisch. Länge 20 mm.

Die Flugzeit der Wespe fällt in den Herbst. Die Eier werden in der Rinde jüngerer Zweige abgelegt. Die Wespe sägt zu diesem Zweck „eine Furche durch die oberflächlichen Teile der Rinde parallel mit der Achse des Zweiges und erweitert die Furche zu einer taschenähnlichen Vertiefung parallel zu der Oberfläche der Rinde. Hierdurch entsteht eine geräumige Höhle von abgerundeter Form und etwas größerer Breite als Höhe ($2^1/_2$—3 mm gegen 3—4 mm). In diese Höhle wird dann das ungefähr $1^1/_2$—2 mm lange und rund 1 mm breite Ei eingeschoben (Abb. 206)".

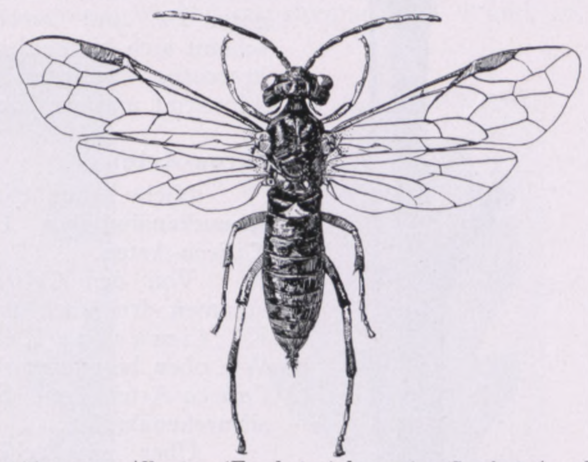


Abb. 205. *Allantus (Emphytus) braccatus* Gmel. ♀. (4 mal)

Die Stellen, wo die Eier abgelegt sind, sind leicht auf den Zweigen zu finden, weil die Rinde über der Höhle bald verwelkt und um die Furche zerbricht (Abb. 207). Sie werden sowohl einzeln als in Reihen gefunden, am häufigsten zwei beisammen, in selteneren Fällen bis fünf der Länge des Zweiges nach. Einmal fand N i e l s e n auf einem Ast von einer Länge von rund 25 cm 39 Eier, welche teils auf dem Ast, teils auf der Basis der Seitenzweige abgelegt waren.

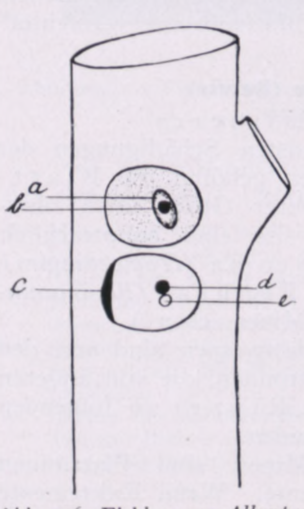
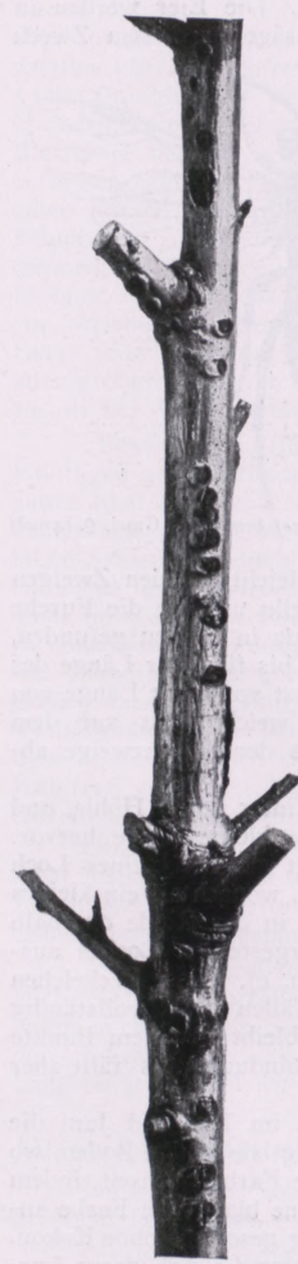


Abb. 206. Eiablage von *Allantus (Emphytus) braccatus* Gmel. an einem Eichenast. An der oberen Stelle ist die Rinde über der Höhle entfernt. a Ei, b Loch in der Eischale, c die durch die Legesäge der Wespe erzeugte Furche in der Rinde, e Deckelchen. Nach Nielsen

Das Ei ruht im Winter in der Höhle, und im Frühling kommt die kleine Larve hervor. Beim Ausschlüpfen nagt sie ein kleines Loch seitlich aus der Eischale, wonach sie ein kleines zirkelrundes Deckelchen in der Rinde oberhalb des in der Eischale hergestellten Loches ausschneidet (Abb. 206 d u. e). Das Deckelchen wird in den meisten Fällen nicht vollständig ausgeschnitten, sondern bleibt an einem Punkte mit der Rinde in Verbindung. Es fällt aber schnell ab.

Die L a r v e frißt im Mai und Juni die Blätter. Erwachsen dringt sie in den Boden, wo sie kürzer wird und ihre Farbe wechselt, indem sowohl Kopf als Leib eine blaßgrüne Farbe annehmen. Die Verpuppung geschieht ohne Kokon.

Nach N i e l s e n trat die Art, deren Larven an den älteren Eichen nicht selten einzeln zu finden sind, in Dänemark in den Jahren 1911 bis 1913 in einer achtjährigen Eichenpflanzung so stark auf, daß manche Pflanzen völlig kahlgefressen wurden.


Abb. 207. Eichenast mit Eiern von *Allantus* (*Emphytus*) *braccatus* Gmel. Nach Nielsen

Außer *braccatus* kommen noch einige andere *Allantus*-Arten an Eiche vor, wie *A. togatus* Pz. und *serotinus* Müll. Letztere Art scheint sich bionomisch ähnlich zu verhalten wie *braccatus*, während *togatus* Pz. im Frühjahr schwärmt und die Eier in die Blätter legt.

Caliroa-Arten

Nicht selten trifft man an Eiche auch die schneckenähnlichen Larven von verschiedenen *Caliroa*-Arten.

Von den *Caliroa*-Arten (s. oben S. 208) kommen drei auch auf Eiche vor: C. cinxia Kl., limacina Retz. und annulipes Kl. Wie oben bereits erwähnt, sind die Larven aller *Caliroa*-Arten mit Schleim überzogen, nacktschneckenähnlich.

Über ein schädliches Vorkommen von C. annulipes an Eiche berichtet Wimmer (1925). Über die Bionomie dieser Art ist oben schon das Wichtigste angegeben (s. S. 208). In dem von Wimmer beobachteten Fall wurden die Blätter von 1- und 3jährigen Eichen (im Gießener Pflanzgarten) „so ausgefressen, daß nur noch Oberhaut und Nerven verschont blieben. Es waren etwa $^2/_3$ der Blattsubstanz vernichtet" (Abb. 208).

3. An Birke (Betula)

a) Blattminierer

Zu den auffallendsten Schädigungen der Birke durch Blattwespen gehören die Blattminen, die wegen ihrer Größe nicht übersehen werden können. Es sind hauptsächlich die Gattungen Phyllotoma *(Hoplocampini)*, Scolioneura und Fenusa *(Blennocampini)*, deren Larven in Minen leben [1]).

Die Minen der Blattwespen sind von den zahlreichen übrigen Blattminen, die von anderen Insekten stammen, nach Ripper an folgenden Merkmalen zu unterscheiden.

Die Blattwespen-Minen sind Platzminen mit oder ohne Exkremente. Wenn Exkremente vorhanden sind, so hängen diese nie in fadenartigen Schnüren zusammen (wie bei *Eriocrania)*, sind auch nie in konzentrischen Flecken angeordnet (wie bei *Cemiostoma* und manchen *Nepticula*-Arten s. Bd. III, 139). „Die Epidermis

[1]) Eine Übersicht über blattminierende Tenthrediniden-Larven an Birken gibt Ripper (1931).

ist glatt oder (bei abgetrockneten Blättern) gerunzelt, jedoch nie in Quer- oder Längsfalten gelegt (wie bei *Lithocolletis, Ornyx* und *Gracilaria)*. Larven mit 1 Ocellus, pedes spurii an Abdominalsegment 2—8 und 10."





a *b*

Abb. 208. a Eichenblatt mit zwei Larven von *Caliroa annulipes* Klg., b ein von dieser skelettiertes Eichenblatt. Nach Wimmer

Es sind vor allem drei Arten, die uns hier interessieren, die sich nach Art der Mine und Larve folgendermaßen gegenüberstellen lassen:

1 Mine ohne oder fast ohne Kot, Stelle der Eiablage dunkel verfärbt (Abb. 211). Larve ohne schwarze Flecke auf der Ventralseite des Meso- und Metathorax. Überwintert in der Mine (Abb. 212). . . . Phyllotoma nemorata Fall.
— Mine mit Kot. Die Larven ventral mit einigen schwarzen Flecken, sie verlassen zur Überwinterung die Blätter 2
2 Beginn des Minierfraßes an der Mittelrippe, pustelartig. Mine meist durch Seitenrippen des Blattes begrenzt. Larve ohne schwarzen Chitinring um die Analbeine . . . . Fenusa pumila Klg.
— Beginn des Minierfraßes am Blattrand. Mine erstreckt sich über einen großen Teil des Blattes und erreicht auf lange Strecken den Rand des Blattes. Larve besitzt einen Chitinring um die Nachschieber Scolioneura betulae Zadd.

Phyllotoma nemorata Fall.

Die zu den *Hoplocampini* gehörige Gattung *Phyllotoma* Fall. hat 10—15gliedrige Fühler, Vorderflügel mit 2 Radial- und 3 Cubitalzellen (der 1. Cubitalnerv ist meist obliteriert). Lanzettförmige Zelle mit schrägem Quernerv. Es gibt etwa ein halbes Dutzend *Phyllotoma*-Arten, deren Larven samt und sonders Blattminierer sind, die außer auf Birke, auf Ahorn (s. S. 227), Erle (s. S. 224), Weide und Pappel leben.

Die Wespe von Phyllotoma nemorata Fall. (Abb. 209) ist schwarz; am Thorax sind der Rand des Pronotums und die Tegulae bleichgelb, am Hinterleib die umgeschlagenen Platten der Segmente mit großen gelblichweißen Flecken oder Binden am Hinterrand. Länge (♀) 5 mm.

Die Larve mißt im vorletzten Stadium (Stadium V) 8—9,5 mm, Körper depreß, ventral abgeflacht. Thorax gegenüber dem Abdomen verbreitert. Kopf in den Prothorax einbezogen. Brustbeine nur kurz, ein Laufwulst tritt funktionell an ihre Stelle. 7 Paar Bauchbeine, von denen das letzte Paar medial zu einem einzigen Fuß vereinigt ist. Das VI. Stadium zeichnet sich durch den Verlust der braunen Färbung der Chitinteile aus. Außerdem verwandeln sich die breiten blattförmigen Mandibeln zu dolchförmigen, die zum Fressen nicht mehr geeignet sind; sie dienen zur Herstellung der Überwinterungszelle. Auch die enorme Vergrößerung der Speicheldrüse dient wohl diesem Zweck.

Das zweimal so lange als breite, grauweiße Ei wird in den Blattrand abgelegt, in die Basalecke eines Blattzahnes. Die Stelle erfährt gleich nach der Ablage eine dunkle Verfärbung, woran man die Zahl der abgelegten Eier erkennen kann.

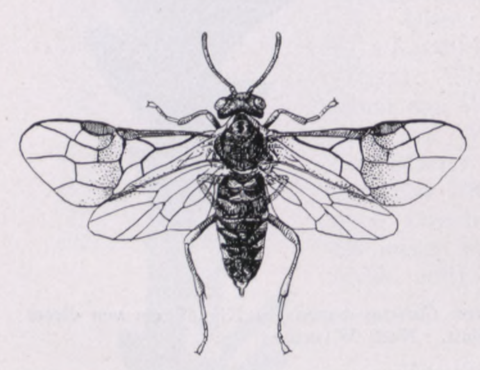


Abb. 209. *Phyllotoma nemorata* Fall. (♀). (5mal)

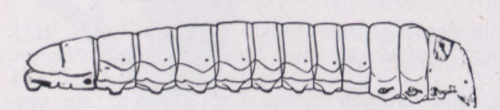


Abb. 210. Larve (V. Stadium) von *Phyllotoma nemorata* Fall. (10mal). Nach Ripper



Abb. 211. Mine mit Larve von *Phyllotoma nemorata* Fall. an *Betula pubescens* Fall. (1,8 mal). E verfärbte Stelle der Eiablage. Nach Ripper

Ripper fand maximal 2 Eier je Blatt (während in Nordamerika bis 12 Eier je Blatt gezählt wurden). Die Dauer der Eientwicklung währt etwa 12 Tage.

Die von der Larve gefressene Platzmine (Abb. 211) ist kotfrei; der Kot wird durch eine kleine Öffnung am Blattrand nach außen geschafft. In der Mine verfertigt die Larve des VI. Stadiums einen diskusförmigen Kokon von 6,5—11,5 cm Durchmesser, in dem sie überwintert (Abb. 212). Die Überwinterungszelle kann im unbefressenen Parenchym angelegt werden oder aber im Lumen der Mine. Die Zellen werden nach Eintritt der ersten Herbstfröste (September/Oktober) gesponnen. Bald darauf fällt das Blatt



Abb. 212. Überwinterungszellen in der Mine von *Phyllotoma nemorata* Fall. (2 mal). E verfärbte Eiablagestelle. Nach Ripper

ab; die Larve überwintert darin im Boden und verpuppt sich im nächsten Frühjahr.

Ripper fand in Österreich die Minen an *Betula pubescens* und *verrucosa*; stärkeren Befall nur in Mooren. Bevorzugt werden Bäume mit schönem Laub, besonders großblätterige Bäume, die geschützt stehen. Blätter mit Pilzkrankheiten werden nie befallen. Zur Bekämpfung kann Zusammenrechen und Entfernen des die überwinternden Larven behergbergenden Laubes geschehen.

Phyllotoma nemorata Fall. wurde vor einiger Zeit nach den USA. eingeschleppt, wo sie zu einer großen Gefahr für die weiße Birke (*Betula alba*) heranwuchs. Sie wurde zuerst im Jahre 1927 in Main beobachtet, von wo aus sie sich in New Hampshire und Massachusetts verbreitete (Ripper)

Scolioneura betulae Zadd.

Diese Art, zu den *Blennocampini* gehörend, ist die häufigste der Birkenminierer unter den Blattwespen[1]).

Die Wespe (Abb. 213) ist ganz schwarz, Beine rötlich, die Hüften und Trochanteren mehr oder weniger schwärzlich. Radialquernerv mit dem 3. Cubitalnerv interstitial (d. h. direkt übergehend). Länge 4—5 mm.

Die Larve (V. Stadium) ist etwas abgeflacht, Thoraxsegmente etwas breiter als das nach hinten sich verschmälernde Abdomen. Körper glänzend grünlich, weiß mit harlekinartiger Fleckung. Am Prothorax dorsal ein großes dunkelbraunes Schild, am Mesothorax ein kleines. Brustbeine klein, schwarz, sehr lateral gestellt. Die Bauchfüße nur als Warzen entwickelt, letztes Paar zu einem Zapfen vereinigt, der von einem schwarzen Chitinring umschlossen ist. Im VI. Stadium verschwinden die dunklen Flecke mehr oder weniger, bzw. sie werden heller ebenso wie der Kopf und die Brustfüße.

Die Eier werden wie bei der vorigen Art im Blattrand abgelegt, doch ohne braune Flecke zu verursachen. Die Mine ist ganz ähnlich der von *Phyllotoma*, doch mehr aufgetrieben, da die Larve weniger depreß und lebhafter ist. Vor allem ist sie stets geschlossen, so lange die Larve frißt, so daß der gesamte Kot in der Mine in Ecken und Blattzähnen zusammen-

[1]) Andere *Scolioneura*-Arten leben in der gleichen Weise als Blattminierer auf Eiche (*S. nana* Kl.) und Linde (*S. tenella* Kl.).

gebeutelt liegt. Die erwachsene Larve verläßt durch ein Loch, das sie in die Epidermis schneidet, die Mine und fällt zu Boden. Sie bohrt sich mehr oder weniger tief ein und verfertigt aus Erdklümpchen, die sie zusammenspinnt, einen Kokon, in dem sie überwintert. Im



Abb. 213. *Scolioneura betulae* Zadd.



Abb. 214. Larve von *Scolioneura betulae* Zadd. Nach Ripper



Abb. 215. Mine in Birkenblatt (mit Kot) von *Scolioneura betulae* Zadd.

Frühjahr findet die Verpuppung statt, und nach kurzer Puppenruhe schlüpft die Wespe. Generation einjährig. Die Minen treten gewöhnlich von August bis Oktober in Erscheinung. Ripper fand sie nur an *Betula verrucosa* und *pubescens*.

Fenusa pumila Klg.

Wie die vorige Art zu den *Blennocampini* gehörend, sich von ihr durch das Flügelgeäder unterscheidend (*Scolioneura* hat 4, *Fenusa* nur 3 Cubitalzellen).

Fenusa pumila Klg. (Abb. 216) gehört zu den kleinsten Blattwespen überhaupt (Länge 2,5—3 mm). Die Färbung ist schwarz, die Kniee und die vorderen Tibien und Tarsen schmutzig gelb oder bräunlich, ebenso die Hintertibien.

Die Larve (V. Stadium) ist deutlich abgeflacht. Thorax breiter als das Abdomen; dieses am caudalen Ende plötzlich schmäler. Die Färbung ist hellgrünlich, am Rücken dunkler. Die vier ersten Segmente auf der Bauchseite dunkelbraun, Kopf hellbräunlich. Brustbeine stummelförmig. Bauchfüße an Segment 2—8; 10. Segment ohne solche. Im VI. Stadium verliert die Larve die braune Farbe (Abb. 217).



Abb. 216. *Fenusa pumila* Klg. (♀). (9mal)

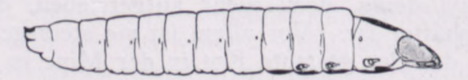


Abb. 217. Larve von *Fenusa pumila* Klg. (10mal). Nach Ripper

„Die Eiablage erfolgt — im Gegensatz zu den bisher behandelten Arten — in Ecken von Blattnerven, meist zwischen dem Haupt- und den Seitennerven eines Blattes. Von dort nimmt die Mine ihren Ausgang mit einem rötlich verfärbten, pustelartigen Anfangsteil, der dann in eine Platzmine übergeht, in der zunächst das Parenchym nur unvollkommen ausgefressen wird, so daß dieser Teil der Mine in der Durchsicht grün erscheint. In den nächsten Stadien dehnt dann die Larve die Minen bis an Blattnerven aus, die dann die Mine begrenzen. Das ist für die Fenusa-Minen sehr charakteristisch, wenn auch in kleineren Blättern von letzten Stadien manchmal der Fraß über größere Teile des Blattes ausgedehnt wird. Auch diese Mine ist geschlossen, der Kot bleibt daher in der Mine. Auffallend ist oft die große Anzahl von Minen, die man in einem Blatt findet, solange die Larven klein sind; doch scheinen sehr viele frühzeitig einzugehen."

Fenusa pumila Klg. ist ebenfalls sehr häufig, oft ist fast jedes Blatt eines Bäumchens befallen, vielfach von mehreren Larven, so daß die Art recht schädlich werden kann. Ripper fand sie nur an *Betula verrucosa*. Sie ist weit verbeitet über ganz Europa (England, Schweden, Großdeutschland, Frankreich, Italien, Rußland).

Auch diese Art ist in die USA. eingeschleppt worden, wo sie zuerst im Jahre 1923 in Connecticut entdeckt wurde. Sie ist heute über einen großen Teil des Nordostens der USA. und des Südwestens von Kanada verbreitet und dort zu einem ernsten Birkenschädling geworden (s. Friend 1933).

b) Larven freilebend

Neben den Blattminierern kommen noch eine ganze Anzahl Blattwespen auf Birke vor, deren Larven frei auf den Blättern leben. Vielfach handelt es sich dabei um polyphage Arten, die wir zum Teil schon oben bei anderen Laubholzarten (Weide, Eiche) erwähnt haben, wie die nacktschneckenartigen Larven der verschiedenen *Caliroa*-Arten (s. oben S. 209), oder die buntgefärbten Larven der Gattungen *Pteronidea* und *Pristiphora* (s. oben S. 204), zum Teil um solche Arten, die wir unten noch erwähnen werden (an Erle usw.).

Hier sei nur eine noch erwähnt:

Leucempria candidata Kl., die von Ratzeburg (F. III. 132) unter dem Namen *Allantus repanda* Kl. („Weißfleckige Birkenblattwespe") angeführt wird. Die etwa 6—8 mm große Wespe ist glänzend schwarz mit vielen weißen Flecken, Strichelchen, Binden auf Kopf, Thorax, Hinterleib usw.

Die 22füßige Larve ist bis zu den Stigmen dunkelgrau, darunter hellgrau, das Rückengefäß jederseits von einer helleren Linie eingefaßt. Körper durch Dornwärzchen und Querrunzeln rauh. Nach der letzten Häutung wird die Farbe heller grau.

Die Verpuppung findet im Boden statt. Die Wespe fliegt im Frühjahr, die Larve findet man im Sommer. Letztere rollt sich bei Störung zusammen und läßt sich fallen. Die Art tritt hier und da häufig auf (Saxesen).

4. An Erle (Alnus)

Auch an Erlen kommt eine stattliche Reihe Tenthredininen (Enslin führt 20 Arten an) vor, die sich aus Angehörigen von allen Tribus zusammensetzt. Auch hier haben wir es einerseits mit freilebenden Arten, andererseits mit Blattminierern zu tun, doch treten die letzteren — im Gegensatz zu den Birkenblattwespen — hier gegenüber den freilebenden Arten in ihrer Bedeutung wesentlich zurück.

a) Larven leben frei auf den Blättern

Von den zahlreichen Arten mit „freilebenden Larven“ werden in der forstlichen Literatur folgende besonders erwähnt: *Eriocampa ovata* L. und *umbratica* Klg. *(Blennocampini)* und die Nematinen Hemichroa crocea Geoffr., Platycampus luridiventris Fall. und einige Nematinus-Arten.

Eriocampa ovata L. (die rotfleckige Erlenblattwespe) und **umbratica Klg.** (= *nigrita* Fall.)

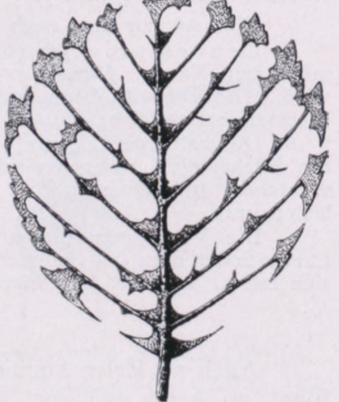
Die Gattung *Eriocampa* Htg. gehört zu den *Selandriini* (s. oben S. 135), und zwar in die Gruppe mit schrägem Quernerv in der lanzettförmigen Zelle des Vorderflügels. Es sind Tiere mit sehr gedrungenem Körper und dünnen Fühlern.


Abb. 218. *Eriocampa ovata* L. (♀). (5 mal)

Die Imagines der beiden Arten E. ovata (Abb. 218) (bei Ratzeburg als *Allantus ovatus* L.) und umbratica Klg. (*nigrita* Fall.) stehen sich morphologisch so nah, daß sie Zaddach nur als Varietäten einer Art angesehen wissen wollte. Nach Baer (1915) jedoch handelt es sich um zwei gut getrennte Arten. Die Grundfarbe der beiden Arten ist schwarz; *E. ovata* L. hat (♀) ein rotes Mesonotum (♂ schwarz) und einen grob punktierten Kopf, *E. umbratica* Klg. auch beim ♀ ein ganz schwarzes Mesonotum und einen fast glatten Kopf. Bei *E. ovata* sind die ♂♂ sehr selten, so daß die Fortpflanzung jedenfalls gebietsweise parthenogenetisch ist, während bei *E. umbratica* die ♂♂ in Überzahl sind.

Auch die 22füßigen Larven der beiden Arten sind einander sehr ähnlich. Sie sind durch eine reichliche weiße flockige Wachsausscheidung ausgezeichnet, die den ganzen Körper umhüllt.

Die Flugzeit währt bei E. ovata nach Baer von Mai bis September (zwei Generationen sehr häufig), bei *umbratica* viel kürzer, von Ende Mai bis Anfang Juni (die Hauptmasse hat wohl nur eine Generation). Dementsprechend ist auch die Fraßzeit der beiden Arten unterschiedlich.


Abb. 219. Von *Eriocampa umbratica* Klg. befressenes Erlenblatt. Außer den großen Rippen bleibt etwas Blattsubstanz und namentlich der Blattrand verschont. Nach Baer

Die Eiablage ist höchst eigenartig. „Das ♀ ritzt, auf der Oberseite des Erlenblattes sitzend, 1—2 mm von der Mittelrippe entfernt die Epidermis und raspelt zwischen der Oberhaut der Blattober- und Blattunterseite durch das Parenchym hindurch ein Loch in die Mittelrippe. Hier schiebt es das Ei tief hinein, so daß es bis auf das Gefäßbündel zu liegen kommt. Im ganzen reiht es in dieser Weise längs der Mittelrippe etwa 8 Einstiche aneinander. Löst man die Epidermis der Blattoberseite ab und klappt sie um, so kann man die Eier wie in einer Rinne der Mittelrippe, das eine fast an das andere stoßend, liegen

sehen. Die Verletzungen an der Blattoberseite verschwinden jedoch bald, wohl infolge von Verheilung, und die schwellenden Eitaschen wölben sich an der Unterseite neben der Mittelrippe hervor. Hier platzt auch schließlich die Epidermis, so daß die Larven bereits an der Blattunterseite ausschlüpfen, an der sie während der ganzen Dauer ihres Lebens angetroffen werden. Die Eiablage ist also wesentlich verschieden von der gewöhnlichen Form der Ablage in Blattrippen, wie sie z. B. *Croesus* zeigt."

Die L a r v e n fressen von der Unterseite her Löcher in die Blätter und vergrößern diese, je mehr sie heranwachsen, so sehr, daß schließlich nur die Mittelrippe und die Seitenrippen verschont werden. Allerdings bleibt diesen entlang auch meist noch etwas Blattsubstanz stehen. Da die Larven sich streng an die Unterseite des Blattes halten und es vermeiden, auf den Seitenrand überzugreifen, besteht das Charakteristische des Fraßes darin, daß auch bei Kahlfraß viele Blätter mehr oder weniger vollständig im Umriß erhalten bleiben (Abb. 219).

Die beiden Arten treten mitunter sehr häufig auf und können Erlenbüsche *(Alnus glutinosa* und *incana)* völlig kahlfressen. S c h i m i t s c h e k (1935) beobachtete im Erlengarten Giringen bei Feldkirch (Vorarlberg) im Juli 1933 ein so starkes Auftreten der *E. ovata* L., daß Kontaktgifte zur Bekämpfung vorgeschlagen wurden; vereinzelt konnte sie dort auch auf Salweidenblättern gefunden werden.

Hemichroa crocea Geoffr. (Abb. 220)

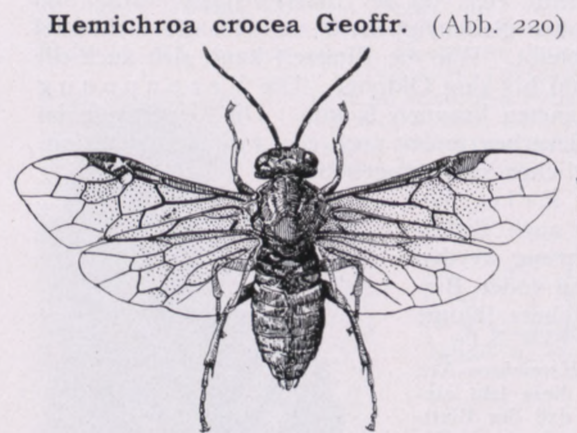


Abb. 220. *Hemichroa crocea* Geoffr. (5 mal)

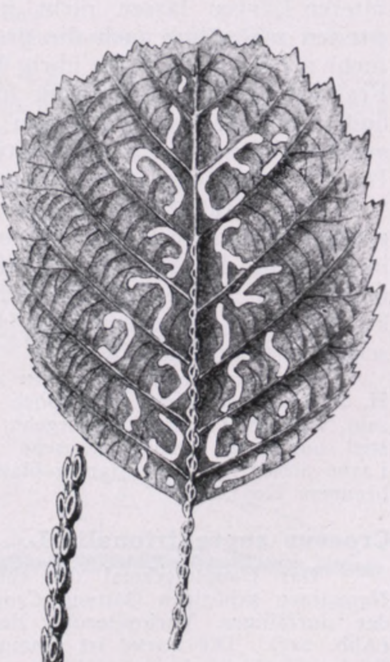


Abb. 221. Erlenblatt mit Eitaschen von *Hemichroa crocea* Geoffr. in Blattstiel und Mittelrippe, sowie den eigentümlichen Figuren, welche durch den Fraß der jungen Larven entstehen. Daneben die Eitaschen im Blattstiel vergrößert. Nach Baer

Die Gattung *Hemichroa*, zu den Nematinen gehörend, zeichnet sich durch die geteilte Radialzelle von den übrigen Nematinen-Gattungen aus (s. oben S. 133). Die fast nur im weiblichen Geschlecht vorkommende Art *H. crocea* Geoffr. hat fast ganz rötliche Färbung. Die 20füßige Larve ist gelbgrünlich, am ersten und letzten Segment lebhaft gelb, der Rücken bis zur Tracheenlinie dunkler grün, am Bauch blaugrau. Der Rücken wird beiderseits von einem schwarzen Längsstreifen eingefaßt.

Die E i a b l a g e findet ein- oder zweireihig in dem Blattstiel und teilweise auch noch in der Mittelrippe statt (Abb. 221).

Nach B a e r (1915) ist der J u g e n d f r a ß der Larve sehr charakteristisch in Form von schriftzeichenartigen Figuren, sehr regelmäßig angeordnet zwischen den Seitenrippen (Abbild. 221). Im August/September findet man die erwachsenen Larven oft zu dicken Klumpen an den kahlgefressenen Zweigen zusammengeballt. Sonst sitzen sie in der bekannten Nematinen-Stellung regelmäßig gereiht, den Körper S-förmig gebogen und das Hinterende eingeschlagen an den Blatträndern, von denen aus sie die Blätter angreifen. Die älteren Larven lassen nicht mehr viel von der Blattsubstanz übrig und greifen schließlich auch die großen Seitenrippen an, so daß oft nicht viel mehr als die Mittelrippe übrig bleibt. Wie die Flugzeit kann sich auch die Fraßzeit lange hinziehen vom Juni bis zum Oktober. Die V e r p u p p u n g findet im Boden statt in einem zarten braunen Kokon. Die Generation ist meist einjährig, nur einzelne Stücke begründen noch eine zweite Generation. Die Fortpflanzung ist im wesentlichen parthenogenetisch.

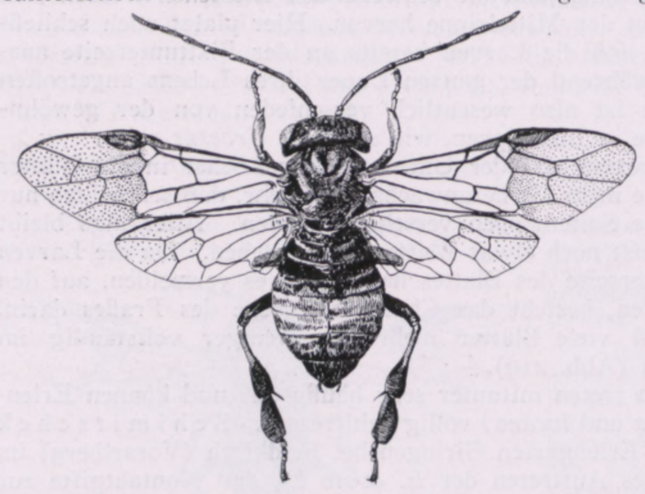


Abb 222. *Croesus septentrionalis* L. (4 mal)

Als Fraßpflanze kommt E r l e , besonders Schwarzerle (außerdem auch Birke) in Betracht. Bei starker Vermehrung werden nicht selten ganze Erlengebüsche (oder Birkensträucher) kahlgefressen. Höhere Bäume scheinen weniger zu leiden.

Es kommt noch eine andere *Hemichroa*-Art, H. a l n i L., an Erle vor. Doch diese lebt einsam, wie schon daraus hervorgeht, daß der Blattstiel nur eine einzige Eitasche aufweist. Die Larve dieser Art ist einfarbig blattgrün mit hellbraunem Kopf.

Croesus septentrionalis L.

Das Hauptmerkmal der ebenfalls zu den Nematinen gehörigen Gattung *Croesus* besteht in der auffälligen Verbreiterung der Hintertibien (Abb. 222). Die Larve ist schmutzig grün, der Rücken dunkler, das 1. und die 2 oder 3 letzten Segmente rötlich gelb. Kopf, 6 Reihen Rückenund 1 Reihe Bauchflecke schwarz. Länge 30 mm.

Die Wespe belegt die Rippen an der Unterseite der Blätter mit eingeschobenen Eiern, bis 150 an einem Blatt. Die ausgekommenen Larven fressen hintereinander

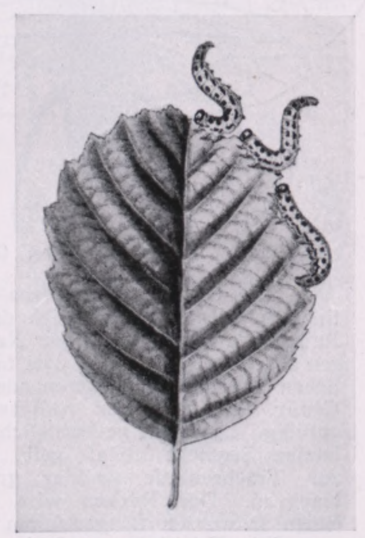


Abb. 223. Erlenblatt mit 3 Larven von *Croesus septentrionalis* L. in charakteristischen Stellungen. Nach R a t z e b u r g



Abb. 224. Larven von *Platycampus luridiventris* Fall. auf der Unterseite eines Erlenblattes. Nach Hsin

gereiht und häufig den Hinterleib aufschnellend (Abb. 223), dabei aber sehr locker sitzend, die Blätter bis auf die Mittelrippe. Generation unter günstigen Verhältnissen doppelt. Hauptfraßpflanze ist Erle *(Alnus)*. Sie kommt außerdem auch an Birke *(Betula)* vor; nach Ratzeburg soll sie auch *Sorbus, Corylus, Salix* und *Populus* angehen.

Platycampus luridiventris Fall.

Die Larve dieser Nematine[1]) (Abb. 224) nimmt unter den mitteleuropäischen Blattwespenlarven wegen ihrer eigenartigen Gestalt eine Sonderstellung ein, weshalb sie hier erwähnt sei. Sie ist lang, eiförmig im Umriß, asselförmig, mit Ausnahme des rostbraunen Kopfes blaßgrün, mit spärlicher schwarzer Fleckenzeichnung. Sehr eigentümlich sind Haltung und Form des Kopfes: bei der Fortbewegung oder beim Fressen ist er aufgestellt, im Profil eine etwa dreieckige nach oben spitz zulaufende Form zeigend; in der Ruhe ist der Rückenschild eingezogen und mit dem Gesicht flach wie der übrige Körper dem Blatt anliegend (Abb. 225 a—c). In dieser Haltung fällt sie wegen ihrer mit dem Blatt übereinstimmenden Farbe nur wenig auf. Die Larven haften sehr fest am Blatt, so daß sie sich schwer abschütteln lassen.

Nach Hsin (1936) halten sich die Larven mit Vorliebe an schattigen Plätzen im Gebüsch von *Alnus glutinosa* und *incana*, doch auch an höheren Bäumen auf. Die Generation scheint einjährig zu sein; die Larven fressen im August bis Oktober.



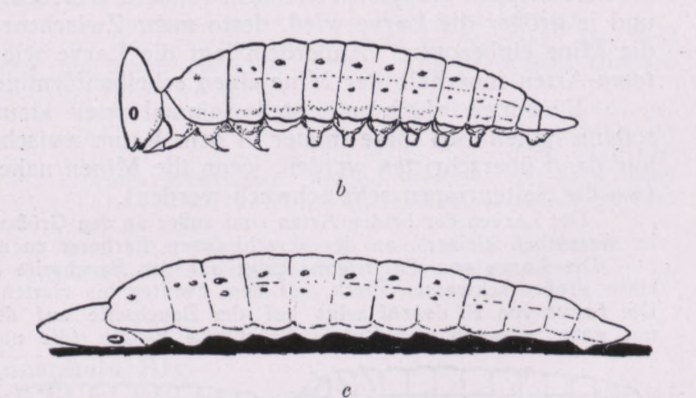


Abb. 225.

Larve von *Platycampus luridiventris* Fall. a von oben (8mal), b von der Seite, in Bewegung (8mal), c von der Seite, in Ruhestellung (10mal). Nach Hsin

[1]) Über die Gattung *Platycampus* s. oben S. 134.

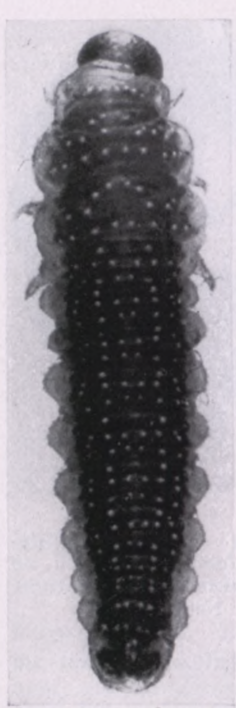


Abb. 226. Larve von *Nematinus luteus* Pz. mit den vorgezogenen Seitenteilen (8mal). Nach Hsin

Nematinus[1]) fuscipennis Lep. und luteus Pz.

Auch die Larven dieser beiden Nematinen, die häufig auf Erlen vorkommen, haben abweichende Form; sie stehen bezüglich ihrer Gestalt etwa zwischen der asselförmigen Larve der vorigen Art und der normalen Larvenform der Nematinen. Die besondere Form der bläulichgrünen Larven besteht darin, daß die Seitenteile verbreitert und spitzkantig vorgezogen sind (Abb. 226). Mit diesen Seitenteilen sind sie in der Ruhe der Unterseite des Blattes fest angepreßt, so daß in dieser Stellung von den Bauchfüßen wie bei der vorigen Art nichts zu sehen ist. Auch diese Larven haften fest am Blatt, wenn auch nicht so wie die der vorigen Art.

Die Eiablage findet in dünne Zweige statt, wobei sich über jedem Ei eine schwarzbraune Kruste bildet. Die Larven leben stets auf der Unterseite, in die sie Löcher fressen. Es kommen zwei Generationen vor. Die Larven der zweiten Generation wurden von Hsin noch Ende September gefunden.

b) Blattminierer

Unter den Blattminierern an Erle befinden sich wieder Vertreter der beiden Gattungen *Phyllotoma* und *Fenusa,* die wir oben bei den Birkenschädlingen schon als Blattminierer kennengelernt haben (s. oben S. 215), nämlich

Phyllotoma vagans Fall. und Fenusa dohrni Tischb.

Die Minen der beiden Arten lassen sich nach Enslin (1919) durch folgende Merkmale voneinander unterscheiden:

Phyllotoma vagans kehrt sich bei der Anlegung ihrer Minen von Anfang an nicht an die durch die Seitenrippen gezogenen Grenzen, sondern frißt sehr bald über diese hinaus, und je größer die Larve wird, desto mehr Zwischenrippenräume werden in die Mine einbezogen. Außerdem legt die Larve wie die von allen *Phyllotoma*-Arten innerhalb der Mine einen scheibenförmigen Kokon an.

Fenusa dohrni stellt einmal viel kleinere Minen her und sodann halten sich diese immer in dem Raum zwischen 2 Seitenrippen, die nur dann überschritten werden, wenn die Minen nahe dem Blattrand liegen (wo die Seitenrippen sehr schwach werden).

Die Larven der beiden Arten sind außer an den Größenunterschieden (*F. dohrni* ist wesentlich kleiner), an der verschiedenen Färbung zu erkennen:

Die Larve von *Ph. vagans* zeigt auf der Bauchseite auf dem ersten Segment einen großen schwarzen Fleck, auf dem zweiten bis vierten einen schwarzen Punkt. Die Larve von *F. dohrni* zeigt auf der Bauchseite auf den genannten Segmenten nur ganz schwach angedeutete bräunliche Flecke (die nur bei sehr genauer Betrachtung mit der Lupe gesehen werden können) (Abb. 227).



a *b*

Abb. 227. Larve von der Unterseite: a von *Phyllotoma vagans* Fall., b von *Fenusa dohrni* Tischb. Nach Enslin

Die Art ist Anfang des Jahrhunderts nach Amerika eingeschleppt worden (Slingerland, Cornell Univers. Bull. 233, 1905).

[1]) Die Gattung *Nematinus* Rohwer unterscheidet sich von der ihr nahestehenden Gattung *Pteronidea* Rohwer (s. oben S. 135) durch die sehr dicke Sägescheide und die lange rechteckige dritte Cubitalzelle.

5. An anderen Laubhölzern

An Esche (Fraxinus)

Von den Eschenblattwespen nennen wir zwei Arten:

Macrophya punctum-album L. (= *punctum* F.)

Die zu den *Tenthredinini* (s. oben S. 133) gehörende „weißpunktierte Blattwespe" (Abb. 228) ist an der Färbung leicht zu erkennen: Körper schwarz, mit bunter Zeichnung, beim ♀ Hinterrand des Pronotums, Schildchen und seitliche Flecke des Hinterleibs und der Hinterhüften weiß, die Hinterschenkel blutrot; beim ♂ ist die weißliche Zeichnung stark reduziert, auch sind die Hinterhüften schwarz. Länge 8 mm.

Die einfarbig grüne Larve lebt vornehmlich auf *Fraxinus,* doch soll sie auch auf *Ligustrum* und *Crataegus* vorkommen. Die ♂♂ sind stellenweise sehr selten, und es dürfte sich also die Art häufig parthenogenetisch fortpflanzen.



Abb. 228. *Macrophya punctum-album* L. (♀). (4 mal)

Tomostethus nigritus F.

Die von Ratzeburg (F. III. S. 132) als *Allantus nigerrimus* Klg. („die schwarze Eschenblattwespe") aufgeführte Art (zu den *Blennocampini* gehörend) ist mit Ausnahme der bräunlichen vordersten Knie ganz schwarz.

Die grüne mit dunklerem Kopf versehene Larve frißt an *Fraxinus.* Der Fraß hat gewöhnlich bis Anfang Juni schon sein Ende erreicht. Die Larve geht dann zur Erde, um einen dunklen festen Kokon zu spinnen.

„Das Insekt ist nicht überall zu finden, vermehrt sich aber zuweilen da, wo es zu Hause ist, in unglaublicher Menge. Die Larve hat schon einige Male die Eschen — alte sowohl wie junge —, auf denen sie die Blätter bis auf die Blattstiele abfraß, sehr gelichtet und in einen kränklichen Zustand versetzt. Sie kann daher unbedenklich zu den merklich schädlichen Forstinsekten gerechnet werden" (Ratzeburg).

Außer diesen beiden Arten führt Enslin noch 5 weitere als an Eschen vorkommend auf, darunter auch den oben bei den Erlenblattwespen besprochenen *Croesus septentrionalis* L.

An Ulme (Ulmus)

Pteronidea melanocephala Htg.

Diese zu den Nematinen gehörende Art wird von Ratzeburg (F. III. S. 126) als *Nematus perspicillaris* Klg. („Die gelbe Rüsternblattwespe") angeführt.

Die Art steht den oben (bei Weide) erwähnten *Pt. ferruginea* Först. und *cadderensis* Cam. (s. S. 205) nahe, besonders auch bezüglich der Larven, die zu den „blauen, orangegefleckten" gehören.

Bei der Wespe sind Fühler und Flügelstigma schwarz, die Costa davor bleich. ♂: ganze Oberseite größtenteils geschwärzt; ♀: Schildchen und ganzer Hinterleib gelb, Kopf und Brustrücken größtenteils schwarz.

Die Larve ist daran zu erkennen, daß bei ihr die obere Seitenreihe der schwarzen Flecken vorhanden ist und außerdem innerhalb der orangegelben noch je 2 schwarze Flecken stehen (Abb. 192 f).



Abb. 229. a Ahornblatt mit vier Minen von *Phyllotoma aceris* Kaltb. (A die Stellen, aus denen sich der Kokon losgelöst hat, B Minen.); b ausgewachsene Larve von der Bauchseite; c Kokon von oben; d derselbe von unten (durch das Gespinst ist die Larve zu sehen). Nach Ritzema Bos

Die Eiablage geschieht wie bei *Pt. ferruginea* Först. (s. S. 205) in nierenförmigen Eitaschen auf der Unterseite der Blätter. Die Larven fressen zuerst Löcher in die Blattfläche, später sitzen sie am Blattrand mit nach unten gekrümmtem Hinterleib und gehen bei Störung in Schreckstellung. Die Verpuppung erfolgt in einem doppelten Kokon entweder in der Erde oder zwischen Blättern. Generation doppelt.

Als Fraßpflanze wird außer Ulme noch Weide und Pappel (Ratzeburg), ferner Birke und Hasel (Brischke u. Zaddach) angegeben.

Trichiocampus ulmi L. (*rufipes* Lep.).

Die Imago hat rote Beine, ist sonst einfarbig schwarz und hat zudem geschwärzte Flügel.

„Zum Zweck der Eiablage schneidet sie an den Blättern unterseits von der Seite her je eine, seltener zwei Taschen in die Mittelrippe. Die Larven leben dementsprechend auch einzeln an der Unterseite der Blätter und liegen dieser flach an, wie die von *Tr. viminalis* (s. oben S. 208). Auch habituell, besonders durch die weißliche Behaarung, verraten sie ihre Verwandtschaft mit jener. Ihre Färbung ist indessen ein helles Blattgrün, das am Rücken ins Bläuliche zieht. Derselbe wird durch einen gelblichweißen Seitenstreif eingefaßt. Kopf bräunlich. Die Larve frißt Löcher zwischen den Rippen bis zur völligen Entfernung der Blattsubstanz zwischen diesen.“ Baer (1915) beobachtete den Fraß namentlich an Korkrüsterhecken, die auch unter gallbildenden Blattläusen litten. An solchen spann sich die erste Generation mit Vorliebe an den Triebspitzen in den Falten der jungen Blätter ein, so daß die sehr losen Kokons sich hier oft zu mehreren angehäuft fanden. Die Imagines schlüpften aus ihnen nach kurzer Puppenruhe den Juli hindurch. Auffallenden Fraß der zweiten Generation notierte Baer Ende September.

Außerdem kommt auf Ulmen auch eine Fenusa-Art, F. ulmi Sundev., vor, deren Larve in ganz ähnlicher Weise in den Blättern miniert wie die von *F. dohrni* Tischb. in Erlenblättern. Wie diese ist auch *F. ulmi* Sundev. nach Nordamerika eingeschleppt worden (s. oben S. 224).

An Ahorn (Acer)

An Ahorn ist ein Blattminierer erwähnenswert, der von Ritzema Bos (1892) eingehend beschrieben wurde. Es ist dies

Phyllotoma aceris Kaltenb.

Die Art stimmt in ihrer Lebensweise im großen und ganzen mit der oben (S. 215) behandelten *Phyllotoma nemorata* (Birke) überein. Nur in wenigen Punkten scheinen Abweichungen davon zu existieren: Einmal ist die Mine kleiner als die von *nemorata* und dehnt sich gewöhnlich nur zwischen zwei, höchstens drei Paaren von Nerven zweiten Ranges aus (es minieren 3—4, bisweilen sogar 5—10 Larven innerhalb eines einzigen Blattes). Und sodann bleibt die runde Überwinterungszelle nicht im Blatt, mit diesem zu Boden fallend, sondern löst sich aus dem ausgefressenen Blatt und fällt isoliert zu Boden. Diese kreisrunden linsenförmigen Kokons, die auf der einen Seite aus der oberen Blattepidermis, auf der anderen Seite aus einem durchsichtigen Gespinst bestehen (Abb. 229), sehen fast wie Samen aus. Durch die Bewegung der darin befindlichen Larve wird auch der Kokon bewegt, und zwar oft in der Weise, daß die linsenförmigen Kokons bis zu einer Höhe von 5—10 mm aufspringen. Die Erscheinung ist so überraschend, daß sie jedem auffallen muß, besonders wenn eine große Anzahl solcher springender Kokons unter einem Ahornbaum sich befinden.

Die Larve überwintert in dem runden Gehäuse und verpuppt sich im nächsten Frühjahr wenige Tage vor dem Schlüpfen. Die Generation scheint einjährig zu sein, die Fortpflanzung großenteils parthenogenetisch.

An Linde (Tilia)

Die häufigste Blattwespe an Linde ist **Caliroa annulipes Klg.,** deren Larve durch nacktschneckenähnliches Aussehen besonders auffällt. Wir haben diese Blattwespe oben schon mehrfach (bei Weide und bei Eiche S. 208 u. 214) behandelt und weisen bezüglich der Bionomie auf die dortigen Ausführungen hin. Ratzeburg hält sie in erster Linie für ein Lindentier und bezeichnet sie als „die kleine Lindenblattwespe" (*Allantus annulipes* Klg.). Er beschreibt den Anfang des Fraßes wie folgt: „An einem Blatt, auf welchem 13 ganz kleine, aber schon schleimige Lärvchen fraßen, bemerkte ich 13 Stellen von diesem Aussehen: Die Epidermis war halbkreisförmig von der Größe eines Stecknadelkopfes gelöst und bildete mit der anderen Hälfte festsitzend ein Täschchen, unter welchem gewiß das Ei saß. In der Nähe eines jeden Täschchens ist ein kleines Fleckchen von Stecknadelkopfgröße seiner Epidermis beraubt, daneben ein schon größerer und immer größerer Fleck, bis später alle Nagestellen zusammenfließen, jedoch mit Verschonung der Adern, selbst der feinsten, und das Blatt trocknet, braun wird, und sich etwas umbiegt oder rollt."

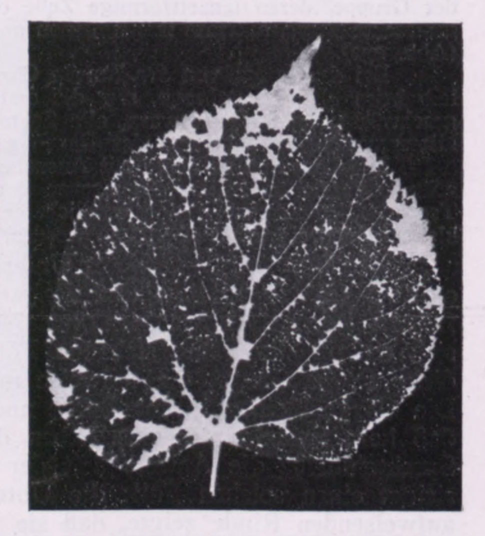


Abb. 230. Skelettierungsfraß von *Caliroa annulipes* an Linde. (3/4 nat. Gr.) Nach Reh

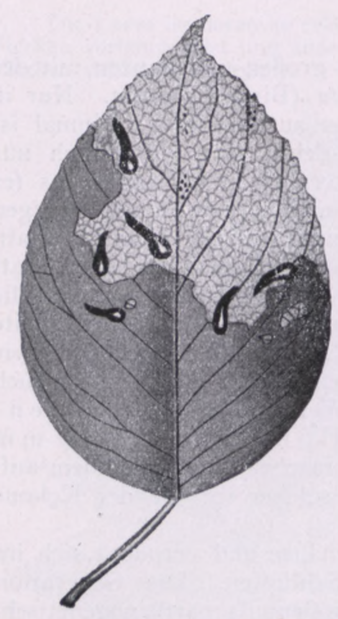


Abb. 231. Kirschblatt, teilweise skelettiert, mit den nacktschneckenähnlichen Larven von *Caliroa limacina* Retz. Nach Tullgren (aus Reh)

Da nicht selten Kahlfraß eintritt, so kann die Art mitunter schädlich werden. Ratzeburg nennt sie „merklich schädlich"; er beobachtete, daß „die Bäume, welche in einem Sommer an dieser Blättertrocknis gelitten haben, später kränkelten und schwächliche Stämme auch wohl eingingen.

Auch an vielen anderen hier nicht genannten Laubhölzern kommen Tenthredininen vor, wie an *Carpinus, Corylus, Fagus, Pirus, Prunus, Sorbus* usw. Doch erlangen diese mit Ausnahme der an Obstbäumen vorkommenden Art, wie *Caliroa limacina* Retz. (Abb. 231) keine größere Bedeutung. Vielfach handelt es sich um polyphage Arten, die oben besprochen sind.

6. An Farn

An Farn führt Enslin 9 Arten auf, von denen hier „als täuschendes Forstinsekt" genannt sei:

Strongylogaster lineata Christ. (= *cingulata* F.), die Ratzeburg als „die täuschende Kiefernblattwespe" bezeichnet.

Die Gattung *Strongylogaster* Dahlb. gehört zu den Selandriinen, und zwar zu der Gruppe, deren lanzettförmige Zelle ohne Quernerv ist. Es sind schmale, sehr gestreckte Tiere, schwarz mit rötlichen und weißlichen Flecken, Binden, Säumen usw. (Abb. 232).

Bei der Imago von *Str. lineata* Christ. ist Kopf und Thorax schwarz. Hinterleib beim ♂ hell rotbraun, nur die ersten beiden Rückensegmente in ihrer Mitte geschwärzt; beim ♀ schwarz, alle Segmente vom zweiten an mit schmaler gelber Hinterrandbinde, manchmal der Bauch größtenteils gelb. Länge 8—11 mm.

Die Larve ist 22füßig; mit Ausnahme des Kopfes, der bräunlichrot ist, dunkelgrün. Die Seiten heller, die Grenze der helleren und dunkleren Färbung in der Tracheenlinie liegend; Beine weißlich, die Klauen braun. Die Bauchfüße sind sehr klein, so daß sie leicht übersehen werden.

Die Larven leben auf der Unterseite der Blätter verschiedener Farnarten (*Pteris aquilina* und *Polystichum filix mas*), die sie völlig kahl fressen können. Erwachsen verlassen sie die Fraßpflanze und begeben sich auf in der Nähe stehende Föhrenstämme. Dort bohren sie in die dicke Borke Gänge, die teilweise mit braunem Bohrmehl verstopft sind. Die Gänge bleiben in der Borke und gehen niemals bis auf den Bast, so daß kein Schaden für das Leben der Bäume entsteht. Oft wird durch Spechteinhiebe die Anwesenheit der Larven verraten. Ratzeburg berichtet einen solchen Fall: die Untersuchung der zahlreiche Spechtlöcher aufweisenden Rinde zeigte, daß sie von der Erde bis zu einer Höhe von 2—2½ m mit Gängen durchzogen waren, die mit den grünen *Strongylogaster*-Larven besetzt waren.



Abb. 232. *Strongylogaster lineata* Christ. ($3^1/_2$ mal)

Nicht selten zeigen die Fraßgänge verzweigte Bilder, die mit einer aufgespreizten Hand oder auch mit einem Geweih eine gewisse Ähnlichkeit haben (Abb. 233). Dies rührt daher, daß das von einer Larve gebohrte meist schräg verlaufende Einbohrloch von mehreren nachfolgenden Larven benutzt wird, um so auf bequeme Weise in die Baumrinde zu gelangen. Am Ende eines jeden Ganges ruht die betreffende Raupe zusammengezogen, also kürzer und dicker geworden, in schmutzig dunkelgrüner Färbung. In diesem Zustand kann sie längere Zeit, 1—2 Jahre, überliegen, bevor sie sich verpuppt. Die Puppe liegt frei, ohne Kokon, im Gangende; sie ist von schöner grüner Farbe. Wenn Kokons in den Gängen gefunden werden, so gehören diese nicht *Strongylogaster* an, sondern Ichneumoniden, von denen mehrere Arten in deren Larven parasitieren (Jacobi 1904).

Da die Gänge und die darin befindlichen Larven dem Forstmann auffallen, besonders wenn Spechthiebe ihn darauf hinführen, die Beschädigungen aber sich auf die tote Rinde beschränken, also harmlos sind, so ist *Strongylogaster* „als ein täuschendes Forstinsekt wohl zu beachten" (Ratzeburg).

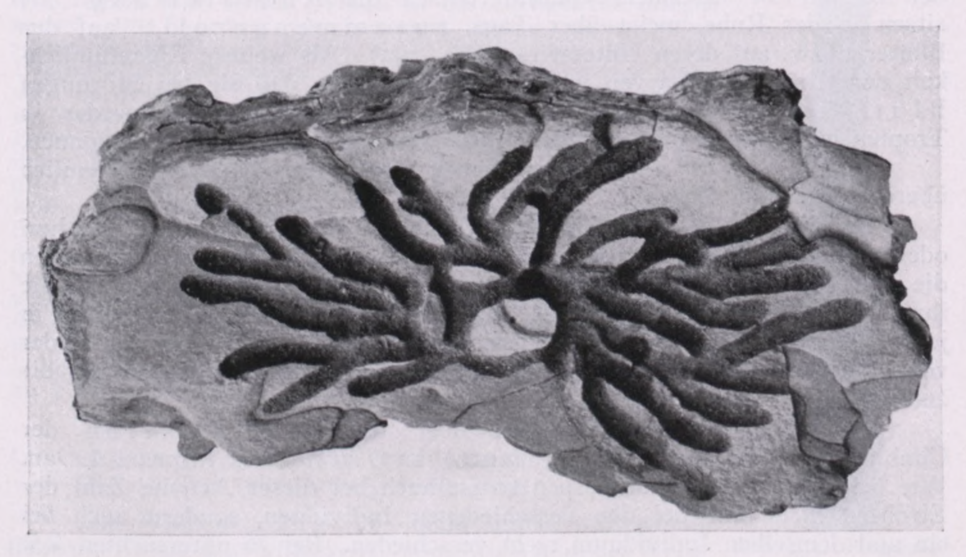
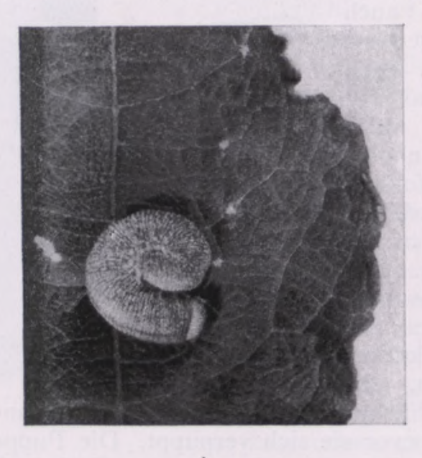


Abb. 233. Kiefernrinde mit Verpuppungsgängen von *Strongylogaster lineata* Christ.

3. Unterfam. Cimbicinae

Die Imagines der Cimbicinae fallen unter allen anderen Blattwespen durch die keulenförmigen oder geknöpften Fühler und auch durch ihre Größe auf den ersten Blick auf (Abb. 236). Ein weiteres Merkmal bildet die Form des Hinterleibs, dessen Rücken gewölbt ist, während die Bauchfläche flach erscheint, wobei die Grenze zwischen Rücken und Bauch ziemlich scharfwinkelig ist.





a b

Abb. 234. Larve von *Cimbex femorata* L., a fressend, b eingerollt in Ruhestellung. Nach Ratzeburg

Die Larven der Cimbicinen (Abb. 234) sind in der Regel kräftig, 22füßig, meist grün, mit bläulichem oder gelblichem Ton, mit dunklerem Rückenstreif *(Cimbex)* oder auch ohne solchen *(Trichiosoma)*. Der Körper hat zahlreiche Querfalten, meist mit Querreihen weißer Warzenpunkte bedeckt (fehlen bei *Pseudoclavellaria*) und oft mit weißer Bestäubung.

Die Kokons sind groß, meist dunkel gefärbt, an beiden Enden abgerundet, die Wandung ist sehr fest, nur bei einer Art gitterförmig durchbrochen.

Sämtliche Cimbiciden sind Laubholztiere, deren Larven sich von den Blättern verschiedener Laubholzarten wie Birke, Weide, Pappel, Erle, Buche usw. nähren. Von den Lebensgewohnheiten der Larven ist besonders charakteristisch die Ruhestellung: sie sitzen in der Ruhe, meist über Tags, zusammengerollt, auf den Blättern bzw. auf deren Unterseite (Abb. 234). Als weitere Eigentümlichkeit der Cimbicinen-Larven ist noch zu erwähnen, daß sie bei Störungen Blutflüssigkeit durch Poren oberhalb der Stigmen entweder in Tropfen hervorquellen lassen oder strahlenförmig ausspritzen können.

Die Bionomie der verschiedenen Cimbicinen-Arten zeigt ziemlich übereinstimmende Züge:

Die Flugzeit der Wespen fällt etwa in die Monate April bis Juni oder auch je nach der Temperatur noch etwas später. Zur Eiablage sägen die ♀♀ Taschen in die Unterseite oder in den Rand der Blätter, in die sie ihre nierenförmigen Eier entweder einzeln *(Cimbex)* oder zu mehreren in jede Tasche *(Pseudoclavellaria)* einschieben. Bezüglich der Gesamtzahl der von einem ♀ produzierten Eier schwanken die Angaben zwischen 40 bis 200 Stück.

Eingehendere Untersuchungen über die Eiproduktion der Cimbiciden stellte Scheidter (1926) an *Trichiosoma lucorum* L. an. Wie bei den meisten Blattwespen so ist auch bei dieser Art die Zahl der Eiröhren nicht nur bei den verschiedenen Individuen, sondern auch bei ein und demselben Individuum recht verschieden. Bei 20 untersuchten ♀♀ betrug die Höchstzahl der Eiröhren eines Ovars 23, die Mindestzahl 14; die Höchstzahl der Ovariolen beider Ovarien zusammen 44, die Mindest-

zahl 30. Große ♀♀ hatten durchweg mehr Eiröhren als kleine. Jede Eiröhre enthielt 1—2 reife und 3—5 unreife Eier. Die Gesamtzahl der reifen ablegefähigen Eier eines ♀ schwankte zwischen 68 und 62, die der unreifen betrug in maximo 248, in minimo 147, im Durchschnitt also rund 200 Eier je Wespe. Die Eiablage beginnt bald nach dem Auskommen aus dem Kokon und stattgefundener Begattung. Für die erste Eiablage stehen ihnen dann die in den Ovariolen befindlichen reifen Eier zur Verfügung, also am 1. Tag bis zu 68 Eier, am 2. Tag wird wohl die Zahl geringer werden, am 3. Tag wieder geringer usw., bis sämtliche in den Ovariolen sich entwickelten Eier abgelegt sind. Das Leben des ♀ dauert so lange, bis der Eivorrat völlig erschöpft ist (etwa 8—10 Tage). Wenn das letzte Ei abgelegt ist, stirbt das ♀ ab.

Eine eingehende Schilderung des Vorgangs der Eiablage gibt Pauly (1892): „Nach kurzer Zeit nahm das ♀ an einem Blatt eine eigentümliche Stellung ein. Es hing sich nämlich so an den Rand des Blattes, daß die drei Beine der einen Seite auf der Oberseite des Blattes lagen, die andern auf der Unterseite desselben, d. h. das ♀ hing seitlich liegend an der Kante des Blattes, den Hinterleib mit der linken Seite gegen die untere Blattfläche gedrückt. Die Scheide der Legesäge war an die Unterseite des Blattes gelegt, und ich konnte nun deutlich sehen, wie das Tier die S-förmig gebogene Legesäge weit vorstreckte und in das Gewebe des Blattes tauchte, durch welches ich sie durchscheinen sah, und die Säge im Bogen schneidend wie ein Messer bewegte. Nachdem das ♀ auf ein anderes Blatt gekrochen war, nahm ich jenes, auf dem es gesessen war, ab und untersuchte es. Ich fand auf der Unterseite eine etwa 3 mm lange, flache Blase, ähnlich einer mit Flüssigkeit gefüllten Brandblase auf der menschlichen Haut und in dieser lag ein grünes Ei."

„Mein Versuchstier setzte, während ich beobachtete, sein Legegeschäft auf anderen Blättern unausgesetzt fort, und belegte nicht bloß die Unterseite derselben, sondern zuweilen auch die obere Fläche. Bei dieser Tätigkeit des Tieres fiel mir dessen Geschicklichkeit in der Bewegung auf den schwankenden Blättern auf, die Sicherheit, mit der es dabei die schwierige gymnastische Aufgabe löste, seinen Hinterleib in die richtige Lage zur Blattfläche zu bringen, so daß die Legesäge wirken, und zwar im richtigen, d. h. einem sehr spitzen Winkel in das Blattgewebe dringen konnte. Die Sicherheit der Bewegung, welche meine *Cimbex saliceti* in dieser Lage bewies, stach auffällig von der steifen Unbehilflichkeit ab, welche ich an dem Tier, besonders häufig aber an weiblichen Individuen der verwandten *Cimbex connata* mit Verwunderung beobachtet hatte, sobald die Tiere auf flachem Boden krochen. Sie scheinen erst auf Blättern und Zweigen in ihrem Element zu sein. Ihr Leben als Imago ist kurz. Ihre ganze Aufgabe besteht in der Versorgung der Eier. Aus dem Kokon geschlüpft, erkriechen die ♀♀ sogleich den Baum oder Strauch, auf dem sie ihre Eier abzulegen gedenken, und sobald dies Geschäft erledigt ist, sterben sie ab. Nach dem, was mir von einer Luxemburger Kolonie von *Cimbex connata* bekannt geworden ist, welche sich jahrelang isoliert erhielt, nirgends in die Umgegend Ableger sandte, scheinen die Tiere nicht oft Gebrauch von ihren Flügeln zu machen. So erklärt uns ihre Lebensweise jene Eigentümlichkeiten ihrer Bewegungsfähigkeit als Folge ihrer Lebensführung."

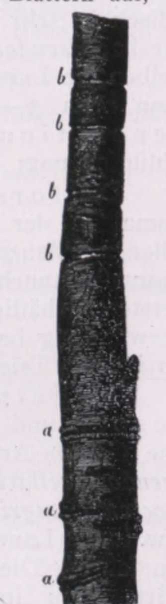


Abb. 235. Ringelung eines Buchenzweiges durch die Wespe von *Cimbex fagi* Zadd.

Die Fortpflanzung ist häufig parthenogenetisch, und zwar thelytok, wie schon von Siebold (1884) festgestellt hatte.

Die Wespen „ringeln" nicht selten, wahrscheinlich zum Zweck des Saftleckens, dünne Zweige in der Weise, daß sie einen feinen geraden, rings um den Trieb herumgehenden Einschnitt von etwa 0,5—1 mm Breite aus-

nagen (Abb. 235 a). Er umgreift entweder nur einen Teil des Triebes oder er bildet einen geschlossenen Ring oder auch eine Spirale, deren Ränder frei endend etwas übereinander greifen. Sehr bald entstehen an den beiden Wundrändern Überwallungswulste, welche in der Mitte des Ringes zusammentreten und daselbst eine mittlere Vertiefung oder Furche, von Beling Mittenring genannt, bilden. Die überwallte Ringelung ist anfänglich heller als die übrige Rinde und tritt im nächsten Jahr, breiter und höher werdend, als deutlicher Wulst an dem Zweig auf (Abb. 235 b). Im Laufe der Jahre verschwindet aber allmählich diese Erhöhung und die Verletzung ist, wenn die Rinde borkig zu werden beginnt, völlig ausgeglichen.

Diese feine Ringelung, die sich namentlich durch ihr Vorkommen an dünnen, auch die Last des kleinsten einheimischen Kletternagetieres nicht aushaltenden Trieben, durch den Mangel von Zahnspuren am Rande und geringe Breite leicht von den wirklichen Nagerringelungen unterscheiden läßt, wurde zuerst 1852 von Th. Hartig in seiner Naturgeschichte forstlichen Kulturpflanzen Deutschlands als „Ringelkrankheit" der Rotbuchen beschrieben. Die Ursachen derselben erörtert Hartig nicht, und wirft wohl sicher Nager- und Insektenringelung zusammen. Erst Beling unterscheidet diese Begriffe scharf und stellt den wahren Sachverhalt fest. Er beobachtete ein *Cimbex*-♀ bei der Arbeit und konnte mit der Lupe sehen, wie es den austretenden Saft aufleckte; es brauchte zu einer einzigen Ringelung etwa 2³/₄ Stunden.

Die Larven befressen die Blätter gegen Abend und in der Nacht — tagsüber halten sie sich meist in der erwähnten Ruhestellung auf der Unterseite der Blätter auf —, mit den Bauchfüßen sich am Blattrand festhaltend und mit den Brustfüßen das Blatt zwischen die Kiefer bringend. Dabei bewegen sie sich rückwärts vom Blattstiel bis zur Spitze und lassen schließlich nur die unmittelbare Umgebung der Mittelrippe stehen.

Bereits Ende August spinnen sie sich entweder im Boden oder oberirdisch in sehr feste große Kokons ein, deren Wand meist massiv ist; nur bei *Pseudoclavellaria* stellt sie ein grobes Gitterwerk dar. Im Kokon bleiben die Larven bis nächstes oder übernächstes Frühjahr liegen, um sich dann etwa 3—4 Wochen vor dem Schlüpfen zu verpuppen. Die Generation ist also ein- oder zweijährig. Zum Ausschlüpfen nagt die Wespe einen Deckel am Ende des Kokons ab.

Die forstliche Bedeutung ist nicht sehr groß: sie besteht einmal in der mehr oder weniger vollständigen Entblätterung der befallenen Pflanzen durch die Larven, die allerdings bisweilen recht große Ausmaße annehmen kann, und sodann durch die Ringelung der Triebe. Letztere Schädigung hat aber gewöhnlich keine nachteilige Wirkung, da die Verwundung bald wieder ausheilt; höchstens bei Schneedruck neigen die geringelten Triebe mehr zum Abbruch als die gesunden.

An Feinden stehen den Cimbicinen eine Reihe von Schlupfwespen und Tachinen gegenüber. W. Schmid zog aus Kokons eine *Ophion*-Art; Kapuscinski (1933) nennt als Schlupfwespen von *Pseudoclavellaria amerinae* L.: *Cryptus leucocheir* Ratz. (Cryptine) und *Ipoctonus nigriceps* Grav. (Tryphonine). Beide überwintern im Kokon bzw. in der Larve des Wirtes und verlassen denselben erst im Juni des folgenden Jahres. Die Tachine *Exorista glauca* var. *clavellariae* Grav. verläßt den Wirt schon im Herbst und verpuppt sich außerhalb desselben. Als Räuber beobachtete Kapuscinski die Dermestiden *Megatoma undata* L. und *Globicornis corticalis* Eich., die die überwinternden Larven in den Gitterkokons verzehren.

V ö g e l greifen die Kokons an, während sie die Larven nicht zu schätzen scheinen. S c h m i d sah auf mit Hunderten von *Pseudoclavellaria*-Larven besetzten Bäumen niemals Vögel. Auch die Puppenräuber haben keinen Gefallen an den Larven.

Die Gattungen

Die Unterfamilie der *Cimbicinae* ist im Gegensatz zur vorigen Unterfamilie der *Tenthredininae* nur sehr klein. Sie enthält nur 4 Gattungen, von denen für uns nur die drei folgenden von Bedeutung sind:

1 Das erste Rückensegment des Hinterleibes tief und breit ausgerandet, so daß zwischen dem ersten und zweiten Segment eine große häutige Lücke entsteht. Oberlippe sehr klein. Larven stets mit dunklem Rückenstreif . . C i m b e x O l.
— Das erste Rückensegment hinten kaum gerandet, zwischen dem ersten und zweiten Segment keine deutliche Blöße. Oberlippe meist groß. Larve ohne dunklen Rückenstreif 2
2 Hinterschenkel vor dem Ende mit starkem Zahn. Fühler vor der Keule mit 5 Gliedern. Clypeus und Oberlippe schwarz. Hinterleib dicht behaart. Larven ohne dunklen Rückenstreif . . . . T r i c h i o s o m a L e a c h.
— Hinterschenkel ohne Zahn. Fühler vor der Keule mit 4 Gliedern. Clypeus und Oberlippe weiß . . . . P s e u d o c l a v e l l a r i a W. A. S c h u l t z

Die Arten

In der Artsystematik herrschte lange Zeit große Unsicherheit, die so weit ging, daß die einen ein halbes Dutzend von Arten und mehr annahmen, während die andern nur eine oder zwei Arten gelten lassen wollten. N i t s c h e z. B. hat in seinem Lehrbuch alle *Cimbex*-Arten unter dem Namen *variabilis* Klg. zusammengefaßt. Dieser Unsicherheit ist durch die eingehenden Untersuchungen der Sägeblätter durch den Holländer B i s s c h o p v a n T u i n e n (1903 u. 1904) ein Ende bereitet worden. Es zeigte sich, daß die Zähne der Sägeblätter ausgezeichnete spezifische Merkmale darstellen. Die darauf aufgebaute Trennung der Arten geht Hand in Hand sowohl mit einer Reihe morphologischer Merkmale, die die Larven und Imagines betreffen, als auch mit biologischen Unterschieden vor allem bezüglich der Fraßpflanzen.

Nach den F r a ß p f l a n z e n scheiden sich die Arten folgendermaßen:
An B u c h e : *Cimbex fagi* Zadd.
An B i r k e : *Cimbex femorata* L. und *Trichiosoma lucorum* L.
An E r l e : *Cimbex connata* Schrank.
An E b e r e s c h e : *Trichiosoma sorbi* Htg.
An W e i d e und P a p p e l : *Cimbex lutea* L., *Trichiosoma vitellinae* L., *silvaticum* Leach und *latreillei* Leach und *Pseudoclavellaria amerinae* L.

Übersicht der wichtigsten Arten, Imagines und Larven (nach Enslin)

Cimbex Ol.

1 Pronotum reingelb, sich von dem dunklen Mesonotum scharf abzeichnend. Länge 16—23 mm.
L a r v e weiß, die Seiten tragen 12 orangegelbe Flecken, die durch schwarze Querstreifen voneinander getrennt sind. — F r a ß p f l a n z e n : *Crataegus, Prunus padus, Pirus communis* (ferner Mandel, Aprikosen und Pfirsiche) . . . . C. q u a d r i m a c u l a t a M ü l l.
— Pronotum nicht auffallend verschieden vom Mesonotum gefärbt. L a r v e n meist grünlich 2
2 Flügel mit breitem scharf abgesetztem, schwarz-braunem Seitenrand, Schildchen sehr schwach behaart und punktiert, stark glänzend. Körperfärbung sehr variabel.

Hinterleib des ♀ selten reingelb. Bei der typischen Färbung ist der Körper ganz schwarz. Bei der auch im ♂ Geschlechte häufig auftretenden Varietät *silvarum* F. ist der Hinterleib in der Mitte, seltener fast ganz braunrot. Die übrigen Varietäten kommen nur im ♀ Geschlecht vor. Bei var. *griffinii* Leach ist der Hinterleib ganz rötlichgelb, oft auch der Thorax von dunkelgelber oder rötlich-gelber Farbe. Bei var. *varians* Leach ist der Hinterleib schwarz, seitlich gelb gefleckt, während var. *pallida* Steph. fast ganz gelben Hinterleib hat und infolgedessen der *C. lutea* am meisten gleicht. Länge 20—28 mm (Abb. 236).

L a r v e grün mit schwarzem Rückenstreifen, neben dem die grüne Farbe etwas heller ist. Kopf gelb, Stigmen schwarz. Die ganzen Larven weiß bestäubt, was sich später verliert. — F r a ß p f l a n z e : Birke. Gehört zu unseren häufigsten *Cimbex*-Arten . . . . C. f e m o r a t a L.

— Flügel ohne scharf abgesetzten dunklen Rand. Schildchen beim ♂ dicht punktiert oder gerunzelt 3

3 Beim ♂ die letzten Rückensegmente des Hinterleibs außer mit längeren schwarzen auch noch mit kurzen feinen gelben Härchen besetzt, Flügel stark irisierend. Beim ♀ außer dem schwarzen ersten und zweiten Rückensegment auch das dritte in seiner Mitte breit schwarz, meist mit deutlich blauem Glanze. Länge 20—28 mm.

L a r v e hellgrün, mit schwarzblauem durch weiße Flecken unterbrochenem Rückenstreif, und auf jedem Segment oberhalb der Stigmen ein schwarzblauer Fleck. Der Rückenstreif ist beiderseits von einem dunkelgrünen und dieser wieder von einem helleren Streifen eingefaßt. — F r a ß p f l a n z e : *Alnus*.
C. c o n n a t a S c h r a n k.

— Beim ♂ der Hinterleib nur schwarz behaart. Flügel meist nicht irisierend. Beim ♀ das 3. Rückensegment höchstens mit kleinem, dreieckigem schwarzen Fleck. Schildchen dicht und stark punktiert und gerunzelt, matt, lang behaart . . 4

4 Thorax (♀) braun, stellenweise heller, Hinterleib (♂) braun oder schwarz. Länge 16—25 mm.

L a r v e bläulich-grün, manchmal (auf *Salix caprea* lebend?) bräunlich-gelb, mit einem dunkelblauen durch weißliche Runzeln oft unterbrochenen Rückenstreif. — F r a ß p f l a n z e : Weide und Pappel . . . . C. l u t e a L.

— Thorax (♀) schwarz, glänzend, stellenweise braun. Hinterleib (♂) braun oder schwarz. Länge 16—25 mm.

L a r v e blaugrün, seltener gelbgrün, Rückenstreif blau. Kopf hellgelbgrün. — F r a ß p f l a n z e : Buche . . . . C. f a g i Z a d d.

Trichiosoma Leach.

Auch die *Trichiosoma*-Arten sind sehr gleichförmige Tiere und daher nicht leicht zu trennen, zumal auch die Sägezähne nicht die auffallenden Unterschiede zeigen wie bei den *Cimbex*-Arten. Die Larven unterscheiden sich von den *Cimbex*-Larven durch das Fehlen des dunklen Rückenstreifs. Verpuppung in einem Kokon an Zweigen, zwischen Blättern oder im Moos. E n s l i n führt 5 Arten auf: *Tr. lucorum* L., *tibiale* Steph., *latreillei* Leach, *sorbi* Htg., *vitellinae* L. und *silvaticum* Leach. Er läßt es aber offen, ob es sich bei den drei ersten nicht um Varietäten einer Art (*Tr. lucorum* L.) handelt.

Alle *Trichiosoma*-Arten sind durch ihre längere oder kürzere Behaarung ohne weiteres von den *Cimbex*-Arten zu unterscheiden.

1 Körper schwarz, ohne metallischen Glanz; der ganze Körper, insbesondere auch der ganze Hinterleibsrücken mit langer, aufstehender, rauher, braungelber Behaarung. Schienen und Tarsen rötlich-gelb, bei der var. *betuleti* Kl. die Schienen schwärzlich. Länge 16—22 mm (Abb. 237).

L a r v e gelb- bis bläulich-grün, mit vielen Querrunzeln, auf jedem Segment eine lange weiße Warze und schräg dahinter eine kleinere. Stigmen schwarz; Kopf hellgelb. — F r a ß p f l a n z e : Birke . . . . Tr. l u c o r u m L.

— Körper hier und da metallisch glänzend. Behaarung kürzer, am Hinterleibsrücken höchstens an der Basis lang aufstehend 2

2 Hinterleib schwarz, höchstens der After braunrot 3

— Der Bauch stets und oft auch die Seiten des Hinterleibes rötlich 5

3 Schienen schwarz oder dunkelrotbraun. Hinterleib vom 3. Segment an kurz samtschwarz behaart. Länge 14—16 mm. Nord- und Mitteleuropa.

Larve ähnlich wie die von *lucorum*, nur ist sie meist stark weiß bestäubt, so daß nur die Mittellinie des Rückens frei bleibt (bei *lucorum* ist die Bestäubung meist nur in der Jugend deutlich). — Fraßpflanze: *Crataegus*.

Tr. tibiale Steph.

— Schienen rotgelb 4

4 Hinterleibsrücken vom 3. Segment an schwarz, an der Spitze grau behaart. After beim ♂ mehr oder weniger braunrot, beim ♀ mit dichten, etwas seidenglänzenden grauen Haaren bedeckt; Flügel sehr leicht bräunlich getrübt, am Seitenrande kaum dunkler. Länge 14—18 mm.

Larve gelbgrün, die Warzenpunkte mehr gelblich, Stigmen rot umrandet. Kopf gelb. — Fraßpflanze: *Sorbus aucuparia* . . . . Tr. sorbi Htg.

— Hinterleib ganz schwarz, der Rücken vom 3. Segment an mit grauen etwas abstehenden Härchen ziemlich gleichmäßig bedeckt, manchmal in der Mitte mit schwarzen Haaren vermischt. Länge 14—22 mm.

Larve gleicht der von *lucorum* L. — Fraßpflanze: *Salix*, besonders *Salix fragilis* . . . . Tr. latreillei Leach.

5 Hinterleib braunrot, auf dem Rücken mehr oder weniger breit schwarz, das Schildchen besonders beim ♀ mit auffallend langen Haaren. Hinterleibsrücken beim ♀ in der Mitte mit schwärzlicher, mit längeren grauen Haaren untermischter Behaarung, die beiden letzten Segmente sehr dicht mit ziemlich langen, seidenglänzenden, gelblichen Haaren besetzt; bei ♂ und ♀ das 8. Rückensegment nach hinten wenig verschmälert, an der Spitze fast abgestutzt. Länge 16—24 mm.

Larve hellgelbgrün oder blaugrün, die ersten Segmente etwas verdickt, der ganze Körper auf den Querrunzeln mit weißen glänzenden Warzenpunkten bedeckt, die nur die Mitte des Rückens frei lassen. Stigmen rot eingefaßt, oberhalb derselben noch ein kleiner ebenso gefärbter Punkt. Kopf hellgelb. — Fraßpflanze: *Salix*, besonders *Salix caprea* . . . . Tr. vitellinae L.

— Hinterleibsrücken schwarz, beim ♀, seltener auch beim ♂ an den Seiten braunrot, ebenso der ganze Bauch. Thorax gleichmäßig behaart. Hinterleibsrücken vom 3. Segment an nur schwach behaart; beim ♂ und ♀ das 8. Rückensegment nach hinten stark verschmälert, an der Spitze breit gerundet. Länge 15—22 mm.

Larve der vorigen ähnlich. — Fraßpflanze: *Salix*.

Tr. silvaticum Leach.

Pseudoclavellaria W. A. Schulz

Die Gattung ist in Europa nur durch eine Art vertreten:

Ps. amerinae L., deren beide Geschlechter sehr verschieden aussehen. Sie ist schwarz, beim ♂ die Bauchseite oft mehr oder weniger braunrot, beim ♀ Rückensegment 3 und 4 mit weißem Seitenfleck, 5—8 mit weißer an den Seiten verbreiterter Hinterrandsbinde. Beim ♂ ist der Hinterleib, wie der ganze Körper, lang und struppig behaart, beim ♀ kahl, nur an der Basis behaart. Länge 16—21 mm (Abb. 238).

Larve bleichgrün, meist mehlig bestäubt. — Fraßpflanze: *Salix* und *Populus*.

Bionomische Bemerkungen

Die häufigsten Cimbiciden, auch die forstlich am beachtenswertesten, sind Cimbex femorata L., Trichiosoma lucorum L. und Pseudoclavellaria amerinae L., die beiden ersten Birkentiere, die letzte Weiden- und Pappeltier.

Cimbex femorata L. (die große Birkenblattwespe)

Die Eiablage findet einzeln in vom ♀ gesägte Taschen an der Unterseite der Blätter statt. Die Epidermis wölbt sich über sie (blasenähnlich) hervor (s. oben S. 231). Die Entwicklung verläuft nach dem oben angegebenen Schema. Aus der Schilderung Ratzeburgs (F. III. 134) sei folgendes angeführt: „Die große Birkenblattwespe ist eine der ge-





a *b*

Abb. 236. *Cimbex femorata* L. a Weibchen, b Männchen (nat. Größe)

meinsten Arten im größten Teil von Europa, wahrscheinlich immer nur auf Birken, sowohl in Schonungen, wie im hohen Holze und auf einzelnen Bäumen an Wegen. Die Larve legt sich, um zu fressen, der Länge nach gegen den Blattrand und beginnt dann, gewöhnlich nahe am Blattstück, indem sie immer kleine Bogen ausfrißt, und damit allmählich bis zur Spitze des hängenden Blattes herunterrückt; die Bauchfüße und der nach Blattwespenart umgeschlagene Schwanz dienen dabei als Stützpunkte und mit den Brustfüßen bewegt sich das Tier vor- und rückwärts. Es bleibt nur ein schmaler Streifen an der Mittelrippe stehen. In 1/4 Stunde ist fast die Hälfte des Blattes verzehrt. Die Larve begibt sich dann gewöhnlich zur Ruhe, indem sie sich mit den Brustfüßen an die Blattfläche anhäkelt, dann den Schwanz einrollt und nun wie ein schlafender Hund stilliegt. Sie liegt überhaupt bei Tage lieber still und frißt bei Abend. Liegt sie einmal in ihrer behaglichen Stellung, so stören sie auch die gewöhnlichen tierischen Bedürfnisse nicht; sie richtet den Schwanz auf, um ein Kotstückchen wegzuwerfen und rollt ihn schnell wieder ein." Die ausgewachsenen Larven findet man am häufigsten anfangs September. Sie wandern dann unruhig am Stamm und verspinnen sich am Baum oder an der Erde.





a *b*

Abb. 237. *Trichiosoma lucorum* L. (nat. Größe), a Weibchen, b Kokon

Über größere Schäden ist wenig bekannt. Einzig Bechstein berichtet, daß 1801 in Mecklenburg die Birkenwälder weit und breit entblättert wurden, wobei aber die in der Nähe von Kiefern stehenden Birken verschont geblieben seien.

Trichiosoma lucorum L. (die große Pelzblattwespe, Abb. 237)

Die durch ihre dichte Behaarung leicht von *Cimbex* zu unterscheidende Art scheint sich bionomisch ganz ähnlich wie die vorige zu verhalten. Auch die Fraßpflanze ist die gleiche, nämlich Birke. Über die Eizahl siehe oben S. 230.

Die „große Pelzblattwespe" ist verschiedentlich zu ausgedehnten und auffallenden Massenvermehrungen gelangt. So wurden, wie Altum (1879) mitteilt, 1878 die Birkenstreifen beiderseits der Berlin-Charlottenburger Chaussee kahl gefressen. Der größte uns bekannte Fraß fand aber von 1875—1878 nach den Mitteilungen des damaligen Tharandter Akademikers Kärner in einigen Feldgehölzen des Rittergutes Paunsdorf bei Leipzig statt.

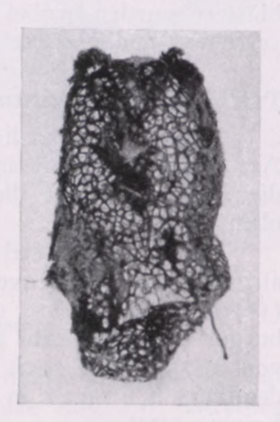
1875 wurden daselbst rund 13 ha kahlgefressen und die Raupen waren so zahlreich, daß trotz vollständiger Entblätterung die vielen Raupen den kahlen Zweigen noch ein grünliches Aussehen gaben und ihr fortwährendes Herabfallen bei der Kaninchensuche direkt belästigte. In den folgenden Jahren fraß die Raupe daselbst etwas weniger, im Winter 1876—1877 waren die Zweige reichlich mit Kokons besetzt und 1877 war wieder der südliche Teil des Holzes stark befressen. Im Sommer 1878 gingen die Wespen zur Verpuppung auch vielfach in ein benachbartes Roggenfeld; bei dem Ausdreschen des auf letzterem stehenden Getreides wurden die Kokons dadurch unangenehm, daß ihr zerquetschter Inhalt die Siebe der Dreschmaschine verschmierte. Da sie zum Teil auch von der Maschine herausgeworfen wurden, konnten sie oft schaufelweise in die Lokomobilenfeuerung geworfen werden. Aber auch im Holze waren sie so häufig, daß im Winter 1877—1878 eine Arbeitsfrau in wenigen Stunden für die Akademie Tharandt 1/4 Scheffel einsammeln konnte. Aus diesen Kokons schlüpften die Wespen im April 1878 aus, außer ihnen aber auch viele Schlupfwespen. Interessant war, daß die Raupen oft in alte leere Kokons krochen und innerhalb derselben einen zweiten inneren, der Wand des alten dicht anliegenden, neuen Kokon spannen. Auch 1879 und 1881 fraß die Afterraupe noch, verschwand aber später. Ein ähnlicher Fraß an gleicher Stelle soll schon in den 40er Jahren stattgefunden haben.

Pseudoclavellaria amerinae L.

Die an Weide und Pappel fressende Art weicht in bionomischer Beziehung in mehreren Punkten von den vorigen Arten ab. Einmal durch die Art der Eiablage: Das ♀ schneidet in den Rand des Blattes *(Salix)* kleine Löcher und versenkt darauf die Legesäge raspelnd weit in das Parenchym zwischen Blattober- und -unterseite, so daß sehr große und tiefe Taschen mit kleinen Öffnungen entstehen. In diese legt es meist mehrere, gewöhnlich je 4 bananenförmige zarthäutige Eier, die eng aneinanderliegend „wie Orgelpfeifen" durch die dünne Blattepidermis hindurch von außen zu sehen sind. Die Öffnungen der Taschen schließen sich wieder und scheinen sogar zu verwachsen. Die belegten Blätter erleiden durch diese Verwundungen mancherlei Verzerrungen und je stärker besetzt, desto mehr; zugleich werden sie teilweise mißfarbig (Schmid 1892, Baer 1915). Die auskommenden Larven bleiben anfangs gesellig beisammen, später zerstreuen sie sich. Eine weitere Eigentümlichkeit von *Pseudoclavellaria* ist die Bauart des Kokons: Die Wandung wird von einem sehr grobmaschigen

Gitterwerk gebildet, durch welches die Larve bzw. Puppe deutlich zu sehen ist (Abb. 238 b). Nach W. Schmid (1892) sind diese Gitterkokons





a *b*

Abb. 238. *Pseudoclavellaria amerinae* L., a Weibchen (nat. Größe), b Kokon

auf der Innenseite noch mit einer vollkommen durchsichtigen, in Wasser unlöslichen, gelatinartigen Schicht ausgekleidet (Schutz gegen Nässe) [1]. Da die Kokons häufig in Ritzen und Spalten, zwischen Spänen usw. angesponnen werden, ist ihre Gestalt oft sehr unregelmäßig (flachgedrückt, kantig, brikettförmig usw.). Die Larven suchen zum Verspinnen auch gerne das Innere hohler Weiden auf, wo sie sich in das mulmige Holz einnagen. Oft liegen die Kokons gruppenweise zusammen; Schmid fand Klumpen bis zu 14 Kokons.

Von den Beobachtungen W. Schmids seien noch folgende Einzelheiten erwähnt: Sobald die Wespen geschlüpft sind, beginnt die Paarung. Die ♂♂ verfolgen laufend und fliegend die ♀♀ und schon innerhalb weniger Stunden findet man zahlreiche Paare in Begattung. Diese dauert nur kurze Zeit, die ♂♂ sterben bald darauf, die ♀♀ aber suchen sofort die beblätterten Zweige auf, um ihre Eier abzusetzen.

Die Art kommt besonders auf glattblätterigen Weiden vor. Im Jahre 1881 trat sie in Böhmen (bei Mies) „in erschreckender Menge auf"; ihr Fraß verschonte das untere Drittel sowie die äußersten Spitzen der Ruten, der übrige Teil, also etwa zwei Drittel der Rutenlänge wurde völlig entlaubt (Altum 1879). Nach Schmid (1892) können die Larven durch Beschädigung der jungen Weidenzweige, die leicht vertrocknen und absterben, für die Korbflechterei recht nachteilig werden.

Über die Feinde von *Ps. amerinae* L. siehe oben S. 232.

Die übrigen der oben genannten Cimbicinen treten gewöhnlich mehr vereinzelt auf, fallen dann wohl auch durch ihre großen Larven dem Forstmann bisweilen auf, ohne daß sie aber stärkeren Fraß verursachen. Lediglich die mehr im Südosten beheimatete *Cimbex quadrimaculata* Müll. tritt als Schädling an Mandeln, Aprikosen und Pfirsichen auf. Ich selbst hatte im Jahre 1927 bei einem Besuch des damals in Adana

[1]) Baer konnte jedoch an keinem Sammlungsexemplar eine solche Schicht entdecken, so daß diese Frage noch zu klären ist.

(Türkei) tätigen Kollegen Z w ö l f e r Gelegenheit, den schädlichen Fraß der durch ihre Färbung so auffallenden Larve an Mandeln zu beobachten (s. auch B o d e n h e i m e r 1932).

4. Unterfam. Arginae

Die A r g i n a e sind durch die nur d r e i g l i e d r i g e n F ü h l e r (mit sehr langem Endglied) gut charakterisiert, so daß sie leicht zu erkennen sind. Es sind mittelgroße bis kleine Tiere, meist dunkel gefärbt, oft mit metallischem Glanz. Vorderflügel nur mit 1 Radialzelle und 4 Cubitalzellen.

Die L a r v e n haben meist eine etwas niedergedrückte Gestalt mit vorspringender Seitenfalte, die bisweilen abstechend gefärbt ist, wie überhaupt die Färbung oft recht bunt und auffallend ist. Bemerkenswert ist, daß die Zahl der Bauchfüße schwankt zwischen 8 und 6 Paaren.

Die Verpuppung erfolgt in der Erde oder auch an Zweigen in einem doppelten Kokon, dessen äußere Wandung gröber ist als die feine, seidenartige innere.

Die Unterfamilie der *Arginae* umfaßt nur 3 europäische Gattungen, von denen uns hier nur e i n e interessiert, nämlich die Gattung A r g e Schrank., in den forstentomologischen Schriften bisher unter dem Namen H y l o t o m a L a t r. aufgeführt.

Die einzige forstlich beachtenswerte Art ist

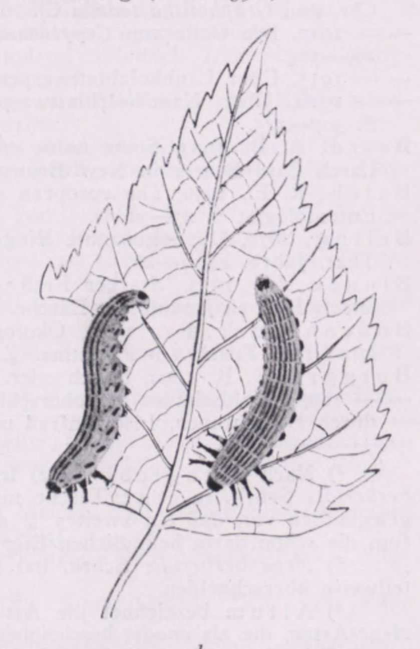
Arge (Hylotoma) pullata Zadd.

Die blauschwarze Birken-Blattwespe

Die Wespe ist schwarz mit metallisch blauem Glanz. Die Flügel stark schwärzlich getrübt, die Spitze wenig heller. Das lange dritte Fühlerglied beim ♂ einfach, zweireihig behaart, beim ♀ schwach keulenförmig (Abb. 239 a).

Die L a r v e (Abb. 239 b) ist 22füßig, wobei die Bauchfüße allerdings sehr klein sind, die Grundfarbe ist gelb, der ganze Körper mit verschieden großen glanzstahlblauen borstentragenden Warzenflecken besetzt. Die Flecken gruppieren sich zu sechs Längsreihen. Außerdem tragen die mittleren Segmente seitlich 2 schräge untereinanderstehende Flecken. Das letzte Segment oben mit einem großen ausgerandeten Afterfleck. Die mit Haftballen versehenen Brustfüße sind ebenfalls stahlblau. Der K o k o n ist gelblich, elliptisch, sehr fest.





a *b*

Abb. 239. *Arge* (*Hylotoma*) *pullata* Zadd., a Imago (♀) (rd. 2 mal), b Larve. Nach Z a d d a c h

Die F r a ß p f l a n z e ist Birke. Die F l u g z e i t ist nach A l t u m Mai und Anfang Juni. Die E i a b l a g e erfolgt in kleine Taschen, deren je

eine in jeden Blattzahn gesägt wird [1]). Die Larven fressen die Blätter bis auf die Mittelrippe. Über die Generationsverhältnisse ist nichts Näheres bekannt [2]).

Altum (F. III, 2. Abt., S. 262) berichtet über einen ausgedehnten verheerenden Fraß in Pommern, der in den Jahren 1876—1878 stattfand [3]). Alle Birken, jüngere wie ältere, wurden völlig kahlgefressen, viele starben ab. Andere Laubholzarten wurden völlig verschont. Die Verpuppung findet nach diesem Autor in Zweiggabeln oder zwischen einem Zweige und einem stehengebliebenen Blatt statt.

Literatur

über Tenthredinidae

Altum, 1879, Kahlfraß an Birken durch *Cimbex lucorum*. Z. f. Forst- u. Jagdw. *11*, 140.

— — 1889, *Tenthredo cingulata* Fab. *(linearis* Klug), eine täuschende Blattwespenart. Ebenda *21*, 271—274.

Arndt, A., 1917, Häufiges Vorkommen der Adlerfarnwespe, *Strongyl. cingulatus* F. Z. wiss. Ins. Biol. *13*, 136.

Badoux, H., 1918, Über die durch die kleine Fichtenblattwespe, *Nematus abietum*, in den Waldungen der Schweiz verursachten Schädigungen. Schweiz. Ztschr. f. Forstw. S. 243—250; 1919, S. 1—10.

— — 1919, Dégâts causés par le némate de l'épicéa dans les forêts suisse. Journ. forest. suisse S. 1—8, 38—47.

— — 1920, Les ravages du némate de l'épicéa en Suisse. Ebenda S. 137—138.

— — 1922, Le némate de l'épicéa au parc national. Ebenda S. 185—186.

Baer, W., 1903, Beobachtungen über *Lyda hypothrophica* Htg., *Nematus abietinus* Chr. und *Grapholitha tedella* Cl. Tharandter forstl. Jahrb. S. 171—208.

— — 1910, Die Galle von *Cryptocampus amerinae* L. Nat. Z. Forst- u. Landw. *8*, 299—304.

— — 1915, Über Laubholzblattwespen. Ebenda *13*, 225—249.

— — 1916, Über Nadelholzblattwespen. Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landw. S. 307—325.

Baird, A. B., 1923, Some notes on the natural control of the Larch Sawfly and Larch Case Bearer in New Brunswigk in 1922. Proc. Acadian Ent. Soc. No 8.

Balch, R. E., 1936, The european spruce sawfly outbreak in 1935. The Canadian Entomologist S. 23—31.

Beling, 1878, Die sogenannte Ringelkrankheit der Waldbäume und ihre Ursachen. Thar. Jahrb. *28*, 1—26.

Blunck, H., 1933, Starker Fraß der kleinen Lärchenblattwespe *Lygaeonematus laricis* Htg. an japanischer Lärche. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz *43*, 77—85.

Bodenheimer, Fr., 1932, Ökologische Beobachtungen an *Cimbex quadrimaculata (Hym. Tenthr.)* in Palästina. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz *42*, 351—363.

Borggreve, B., 1894, Rauch oder Raupe? Aus dem Walde S. 115—116.

— — 1895, Waldschäden im oberschlesischen Industriebezirk nach ihrer Entstehung durch Hüttenrauch, Insektenfraß usw. Frankfurt a. M.

---

[1]) Nach Zirngiebl (1932) legt das ♀ von der auf *Berberis* lebenden *Arge berberidis* Schrk. in eine Tasche mehrere Eier, etwa 8—12. Außerdem kommt es gelegentlich vor, daß ein zweites ♀ dieselbe Tasche belegt, wobei es sehr vorsichtig (um die schon darin befindlichen Eier nicht zu verletzen) die Tasche etwas erweitert.

[2]) *Arge berberidis* Schrk. hat nach Zirngiebl zwei Generationen, die sich teilweise überschneiden.

[3]) Altum bezeichnet die Art als *enodis* (ohne Autor!). Nun gibt es zwei *Arge*-Arten, die als *enodis* beschrieben wurden: *enodis* F., die synonym mit *coeruleipennis* Retz. ist, und *enodis* L. Die Larvenbeschreibung, die Altum gibt, paßt weder auf die erstere noch auf die letztere, dagegen recht gut auf die Beschreibung und Abbildung, die Brischke und Zaddach von *pullata* geben. Dazu kommt, daß auch die Fraßpflanze (Birke) auf *pullata* deutet, während *coeruleipennis* ein Weidentier ist und *enodis* L. auf Rosen lebt. So besteht kein Zweifel, daß die von Altum beobachtete Art sich auf *pullata* bezieht.

Bornebusch, C. H., 1930/31, „The fauna of forest soil." Det forstlige Forsogsvaesen i Danmark 1—256.
Borries, H., 1888, Danske Insekters Biologie. 1. *Phyllotoma aceris.* Entom. Meddels. Kopenhagen *1,* 199—211.
— — 1895, „Jagttagelser over Danske Naaletrae-Insekter. Tidskr. for Skovvaesen, VII. Bd., Reihe B, 1—95.
— — 1896, „Naaltraeernes Bladvespe." Entom. Meddelelser, V. Bd., 201—283.
Brischke, C. G. A., u. Zaddach, G., 1883, „Beobachtungen über die Arten der Blatt- und Holzwespen." Schriften d. Physik. ökonom. Ges. z. Königsberg, 127—200.
Criddle, N., 1928. The introduction and establishment of the Larch Sawfly Parasite *Mesoleius tenthredinis* Morley, in Southern Manitoba. Canad. Ent. *9.*
Eidmann, H., 1932, Die Forstentomologie in Canada, ihre Organisation und Probleme. Forstw. Ctrlbl. *54,* 213—226.
Enslin, E., 1916, Blattwespengallen. Internat. Ent. Zeit. Nr. 3 (c. 6. Mai) S. 13 ff.
— — 1919, Beiträge zur Kenntnis der Tenthrediniden. VI. *Phyllotoma vagans* Fall. u. *Fenusa dohrni* Tischb. Ent. Mitt. *8,* 78—83.
Escherich, K., 1932, Eine Eichenblattwespe als Forstschädling. Anz. f. Schädlingskde. *8,* 99—100.
Escherich, K., u. Baer, W., 1913, Tharandter zoologische Miscellen (*Pachynematus montanus,* ein neuer Fichtenschädling. Ein Fraß von *Lophyrus hercyniae* Htg. Die Eizahl von *Lyda stellata* Christ). Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landw. *11,* 98—109.
Forsius, R., 1910/11, Zur Kenntnis einiger Blattwespen und Blattwespenlarven. Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica, 77—88.
— — 1910/11, Zur Kenntnis einiger aus Blattwespenlarven erzogener Schlupfwespen. Ebenda 98—104; 1911/12, 60—65.
— — 1918/19, Kleinere Beiträge zur Kenntnis der Tenthredinoideen-Eier I. Ebenda 169—184.
— — 1919/20, Kleinere Mitteilungen über Tenthredinoideen II. Ebenda 84—91.
Forsslund, K. H., 1936, Nordliga Gransagstekelen (*Lygaeonematus subarcticus* Forssl.). En nyupptäckt skadeinsekt i Lappland. Meddel. fran Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 29, No 1—3, 171—186.
Friedl, A., 1933, Zur Kenntnis der Schädlinge der österreichischen Korbweidenkultur. Centralbl. f. d. ges. Forstw. *59,* 161—180.
— — 1935, Beitrag zur Morphologie von *Caliroa annulipes* Klg. Konowia H. 1—4.
Friend, R. B., 1933, The Birch Leaf-Mining Sawfly *Fenusa pumila* Klg. Connecticut Agr. Exp. Stat. Bull. 348.
Gäbler, H., 1939, Die Bedeutung der Larven von *Syrphus tricinctus* Fall. für die Vernichtung von Raupen und Afterraupen. Thar. Forstl. Jahrb. *90,* 69—74.
Geyr, H. von, 1928, Spätfichte und *Nematus*-Fraß. Ztschr. f. Forst- u. Jagdw. 579—580.
Giraud, J., 1871, Observations sur les fausses chenilles épineuses qui vivent sur le chêne etc. An. Soc. ent. France.
Graham, S. A., 1929 a, The Larch Sawfly and Forestry. 4 th Int Congr. Ent. Ithaka, N. Y. 401—407.
— — 1929 b, The Larch Sawfly as an Indicator of Mouse abundance. J. Mammalogy *10,* 189—196.
— — 1931, The present Status of the Larch Sawfly (*Lygaeonematus Erichsonii* Htg.) with special references to its specific parasite *Mesoleius tenthredinis* Morley. Canad. Ent. *12.*
Hadorn, Ch., 1936, Altes und Neues von der kleinen Fichtenblattwespe (*Nematus abietum* Htg.). Schweiz. Ztschr. f. Forstw. 33—41.
Heidrich, 1904, Beobachtungen und Bemerkungen über *Nematus*-Fraß. Allg. Forst- u. Jagdztg. *80,* 281—283
Hewitt, C. G., 1912, The large Larch Sawfly. Dom. Canada Dep. Agr. Exp. Farms Bull. No 10. Ottawa.
Hofmann, Chr., 1938, Die nördliche Fichtenblattwespe, *Lygaeonematus subarcticus* Forssl., ein neuer Schädling aus Lappland. Anz. f. Schädlingskde. *14,* 34.
Holler, 1929, Bekämpfung der Fichtenblattwespe. Der Deutsche Forstwirt 357—358.
Hsin, C. S., 1936, Beiträge zur Naturgeschichte der Blattwespen. Z. f. ang. Ent. *22,* 253—294.
Jacobi, A., 1914, Täuschende Forstschädlinge. Ber. 48. Vers. Sächs. Forstvereins. Tharandt.

Jaehn, P., 1914, Die Geschichte des *Nematus*-Fraßes auf dem kgl. sächs. Staatsforstrevier Naunhof bei Leipzig. Ztschr. f. ang. Ent. *1*, 283—320.

Jörgensen, P., 1906, Beitrag zur Biologie der Blattwespen *(Chalastogastra)*. Ztschr. f. wiss. Insektenbiol. *2*, 347—351.

Kapuscinski, St., 1933, Beitrag zur Kenntnis der Parasiten der *Pseudoclavellaria amerinae* L. Bull. Entom. Pologne *12*, 61—72, Taf. I. (Polnisch m. deutscher Zusammenfassung.)

Keller, C., 1885, Untersuchungen über die forstliche Bedeutung der Spinnen. Rev. zool. suisse 149—188.

Konow, Fr. W., 1890, Tenthredinidae Europae. Deutsche entom. Ztschr. 225—240.

— — 1903/1904, Revision der Nematidengattung *Pachynematus* Knw. Ztschr. f. Hym. u. Dipt. 1903, S. 377—383; 1904, 25—32, 145—161.

— — 1904, Dasselbe. Ebenda S. 193—208, 248—259.

Langenkamp, R., 1934, Lärchenblattwespenfraß in Holstein. Forstarchiv *10*, 53—56.

Lenk, 1908, Fraß der kleinen Fichtenblattwespe im Forstbezirk Linz. Österr. Forstztg. 299.

Levtejev, V. A., 1914, Observations on the biology of *Nematus erichsonii* L., *Athalia spinarum* F., and *Hylemyia (Anthomyia) antiqua* Mg. (Materials study injurious insects Govt. of Moscow). Moscow, V, pp. 94—111. (Russisch.)

Long, H. C., 1934, The Large Larch Sawfly. Gardeners Chronicle 1934.

MacDougall, R. S., 1906, The Large Sawfly. J. Board Agr. and Fish.

Mehner, 1928, Das Hinsiechen der Fichtenbestände im sächs. Niederland durch Fraß der Fichtenblattwespe. Sächs. Heimatschutz 17. Bd., S. 318—328.

Meyer, A. F., 1935, Die Einwirkung der Trinkwasserentnahme aus dem Walde auf den Bestand. Thar. Forstl. Jahrb. S. 661—690.

Morice, F. D., 1919, *Lygaeonematus wesmaeli* Tischb., a hitherto unrecorded British Sawfly (from Yorkshire). Entom. Mthly Mag. 204—206.

Nägeli, W., 1931, *Periclista lineolata* Kl., eine Eichenblattwespe als Forstschädling. Mitt. schweiz. Centralanst. forstl. Versuchswesen *17*, 75—91.

— — 1936, Die kleine Fichtenblattwespe (*Lygaeonematus pini* Retz. = *Nematus abietinus* Christ.). Ebenda *29*, 213—381.

Nielsen, J. C., 1905, Beiträge zur Biologie der Gattung *Cryptocampus*. 1. *Cryptoc. saliceti* Fall. Z. wiss. Ins. Biol. *1*, 383—384.

— — 1906, Dasselbe. 2. *C. angustus* Htg. u. *Eurytoma*. Ebenda *2*, 44—47.

— — 1913, Über das Vorkommen einer Blattwespe (*Emphytus braccatus* Gmel.) in Eichenpflanzungen. Nat. Ztschr. Forst- u. Landw. *11*, 554—557.

Nolte, H. W., 1938, Über einige *Nematus*-Feinde und ihre Bedeutung. Forstw. Centralbl. *60*, 629—634.

Pauly, A., 1892, Über Jungfernzeugung bei *Cimbex saliceti* Zdd. Forstl.-naturw. Ztschr. *1*, 165—167.

Pfetten, J. von, 1925, Beiträge zur Kenntnis der Fauna der Waldstreu. Fichtenstreu-Untersuchungen. Ztschr. f. ang. Ent. *11*, 35—54.

Puster, A., 1924, Auenwirtschaft. Forstwiss. Centralbl. 448—460.

Reier, J., 1938, Ein Beitrag zur Biologie, Prognose und Bekämpfung der kleinen Fichtenblattwespe *(Nematus abietum)* im ostpreußischen Fichtenwald. Deutsche Forstztg. *7*, 974—975 u. 1025—1027.

Ripper, W. E., 1931, Über blattminierende Tenthrediniden-Larven an Birken. Ztschr. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz *41*, 182—191.

Ritzema Bos, J., 1892, Die minierende Ahornraupe *(Phyllotoma aceris* Kaltb.) und die von ihr verursachte Beschädigung. Ztschr. Pflanzenkrankh. *2*, 9—16, Taf. I.

Roosum, A. J. van, 1904, Levensgeschiedenis van *Cimbex fagi*. Tijdschr. Entom. 47, 69—98.

Schaeffer, C., 1933, De kleinesparrenbladwesp (*Lygaeonematus abietinus* Chr.) en de sparrennaaldennit holler *(Epiblema tedella* Cl.). Tijdschrift over Pflanzenziekten 114—119.

Scheidter, Fr., 1926, Wieviel Eier legt *Trichiosoma lucorum* ab? Forstentom. Beiträge Nr. 11. Ztschr. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz *36*, 213—215.

Schimitschek, E., 1936, Forstschädlingsauftreten in Österreich 1927 bis 1933. Centralbl. f. d. ges. Forstw. *61*, 134—221.

— — 1937, Forstschädlingsauftreten in Österreich 1936. Ebenda *63*, 1—25.

Schmid, W., 1892, Die Weidenblattwespe *(Clavellaria amerinae)* Schweiz. Ztschr. Forstw. 141—146.

Sedlaczek, W., 1904, Über Schäden durch die kleine Fichtenblattwespe. Centralbl. f. d. ges. Forstw. *30*, 481—492.
Siebold, C. Th. E. von, 1884, Vorläufige Mitteilung über Parthenogenese bei Tenthrediniden und bei einer Ichneumonidenspecies. Entom. Nachrichten (Katter).
Sinz, R., 1920, Über das Auftreten der Fichtenblattwespe (*Nematus abietum* Htg.) im Naunhofer Wald. Thar. Forstl. Jahrb. *71*, 194—214.
Stein, R von, 1852, Beiträge zur Forstinsektenkunde. 4. Über *Tenthredo (Nematus) abietum*. Thar. Forstl. Jahrb. *1*, 228—256.
Thielmann, K., 1939, Die Nematiden der Lärche, eine bionomisch-ökologisch forstwirtschaftliche Untersuchung. Ztschr. f. ang. Ent. *25*, 169—214. Taf. I.
Tischbein, 1840, Beobachtungen über eine der Lärche sehr nachteilige Blattwespenlarve. Allg. Forst- u. Jagdztg. *9*, 37—39.
— 1853, Eine auf Lärche fressende Blattwespe und deren Schmarotzer. Stett. ent. Ztg. *14*.
Vollenhoven, S. C. van, 1869, Nieuwe Naamlijst van Nederlandsche Vliesolengelige Insecten *(Hymenoptera)*. Tijdschr. Entom. *12* (2. Ser.).
Wiedemann, E., 1925, Vordringen der Fichtenblattwespe in Nordsachsen. Die kranke Pflanze 198—199.
Wimmer, E., 1925, Eine Blattwespe als Eichenschädling. Anz. f. Schädlingskde. *1*, 137—139.
Zirngiebl, L., 1930, Die Sägen der Blattwespen. Mitt. Pfälz. Verein f. Naturkde. Pollichia N. F. *3*, 267—306. Mit 15 Taf.
— — 1932, Zur Biologie der *Arge berberidis* Schrk. *(Hym. Tenthred.)*. Mitt. Dtsch. ent. Ges. *3*, 58—62.
— — 1936, Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung der Cenchri bei den Blattwespen. Beitr. Nat. Forsch. Südwestdeutschland *1*, 37—39.
— — 1937, Die Legewerkzeuge der Blattwespen *(Tenthredinoidea)* Teil. I. Ebenda *2*, 68—32, 1. Taf.
— — 1938, Dasselbe, Teil II. Ebenda *3*, 39—65, 7 Taf.

3. Fam. Siricidae

Holzwespen

Die Siriciden unterscheiden sich von den Tenthrediniden sehr auffallend sowohl in der Gestalt als in der Lebensweise. Der kräftige Bau, die langgestreckte Form, der im weiblichen Geschlecht mehr oder weniger vorragende Legeapparat, das Vorhandensein von nur einem Enddorn an den Vorderschienen stellen nicht zu verkennende Merkmale dar.

Auch die Larven weisen einen von den Blattwespen völlig abweichenden Typus auf: sie sind weich, weißlich gefärbt, augenlos und tragen nur 3 Paar kurze stummelförmige Brustfüße und einen hornigen Stachel am Ende des Abdomens, während die Bauchfüße völlig fehlen — eine Larvenform also, die auf eine verborgene Lebensweise hindeutet. Die Larven machen denn auch ihre gesamte Entwicklung im Holz durch.

Die genaueren Kennzeichen sind folgende:

Bei der Wespe ist der Kopf (der bei den *Xiphydria*-Arten auf einem langen Hals sitzt) vorne ungewöhnlich gewölbt, fast halbkugelig. Die Augen sind klein, weit voneinanderstehend, nach innen ein wenig gebuchtet. Die Stirnaugen groß und stark gewölbt, der Fühlerbasis ziemlich nahe. Die Fühler 14- bis 30gliedrig. Der Mund klein, Oberlippe stark rückgebildet, Oberkiefer gedrungen, stark und dreizähnig. Der Rumpf walzig. Prothorax ziemlich breit auf dem Rücken sichtbar. Die Flügel sind schmal und lang, vielfach bräunlich getrübt, mit einem wenig verdickten gestreckten Stigma, sowie einer Lanzettzelle; Zahl und Form der Cubital- und Radialzellen wechseln bei den einzelnen Gattungen. Der festsitzende langgestreckte Hinterleib im weiblichen Geschlecht mit einem von zwei Scheiden eingefaßten Legebohrer (s. unten S. 251). Der Legeapparat ist an der Basis dorsal von einem verschieden geformten mehr oder weniger langen Griffelfortsatz des letzten Segmentes bedeckt (Abb. 241).

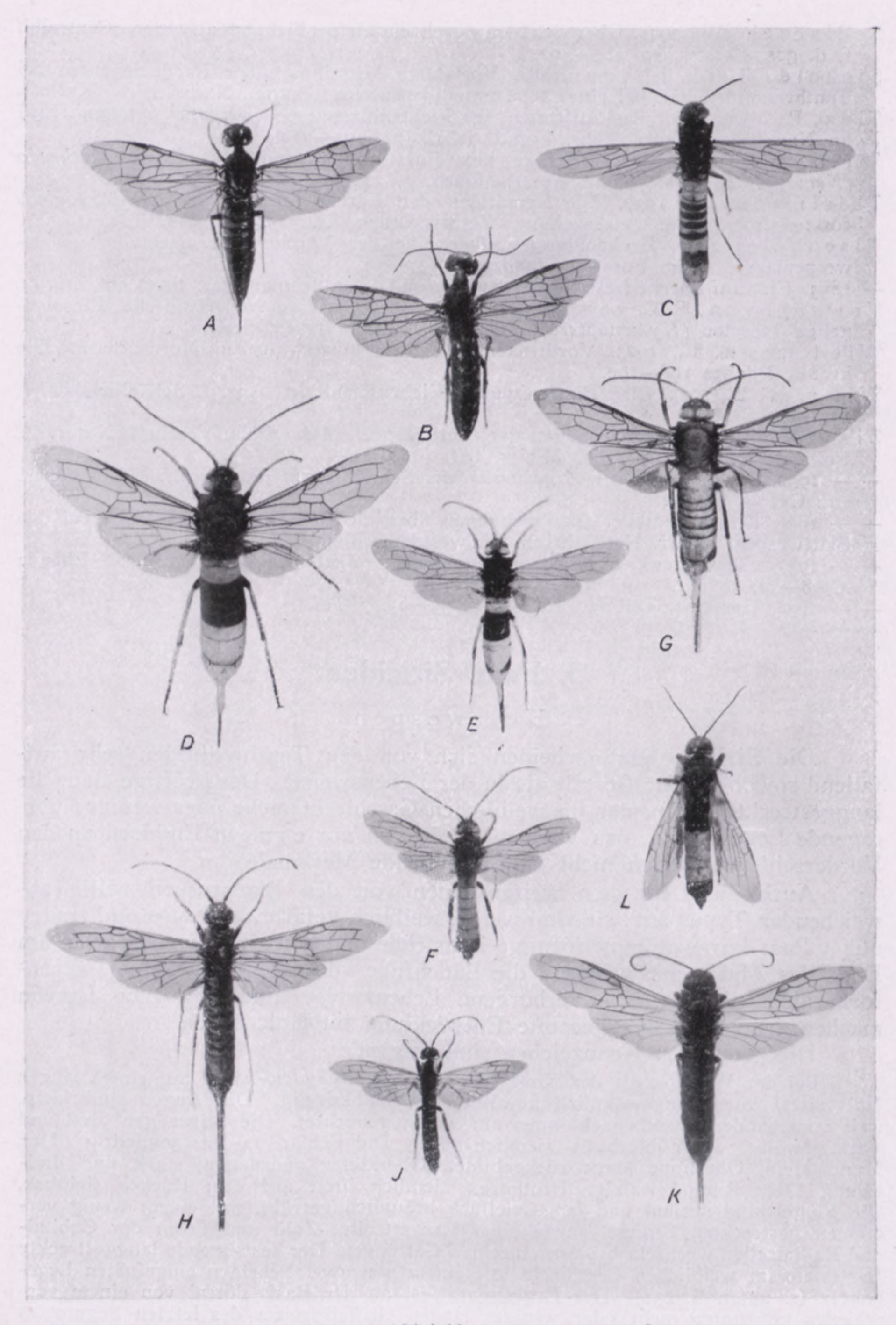


Abb. 240. Die wichtigsten Holzwespen (*Siriciden*). A u. B *Xiphydria camelus* L. (♀ u. ♂), C *Tremex fuscicornis* F. (♀), D—F *Sirex gigas* L. (D großes ♀, E kleines ♀, F ♂), G *Sirex augur* Klg. H u. J *Xeris spectrum* L. (♀ u. ♂), K u. L *Paururus iuvencus* L. (♀ u. ♂)

Die beiden Geschlechter sind stark verschieden, sowohl in Farbe als auch in Form. Beim ♂ ist der ganze Leib schlanker und gestreckter, der „Aftergriffel" des letzten Segmentes kurz und auch anders gebaut. Auch die Fühler öfter länger und gliederreicher.

Besonders auffallend sind die oft außerordentlichen Größenunterschiede der einzelnen Individuen, wie aus den Längenangaben (s. unten) bei den einzelnen Arten zu ersehen ist, wie z. B. *Sirex gigas* 12—40 mm oder *S. augur* 18—40 mm.

Die Larve ist nach dem Typus 2 gebaut (s. oben S. 7); sie besitzt einen walzigen Körper, der nur an der Bauchseite ziemlich flach ist, aus 12 Segmenten besteht und in einem schwarzbraunen Afteranhang (Dorn[1]) endet (Abb. 242). Die ersten 3 Segmente tragen je ein Paar schwach geringelter Brustfüße mit hornigen Spitzchen, während die folgenden Segmente auf jeder Seite einen Wulst zeigen. Der Dorn des letzten Segmentes ist verschieden gestaltet und kann einen recht komplizierten Bau aufweisen. So läßt z. B. der Dorn der Larve von *Xiphydria prolongata* nach Leisewitz eine staffelförmige Anordnung von Höckern und Zacken erkennen (Abb. 243). Stigmen sind 9—10 Paare vorhanden.

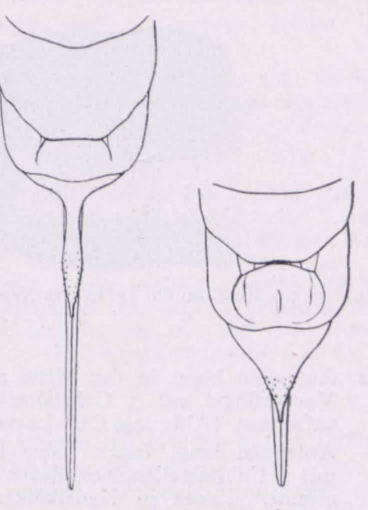


Abb. 241. Die letzten Abdominalsegmente (♀♀) mit Griffelfortsatz und Legebohrer von oben gesehen: a *Sirex gigas*, b *Paururus juvencus*. Nach Chrystal

Die Farbe des Körpers ist gelblichweiß, nur die Mundpartie und der Enddorn sind dunkelbraun. Augen sind keine vorhanden, nur bei der Larve von *Xiphydria prolongata* fand Leisewitz einen dunkler gefärbten Fleck oberhalb der Vorderkiefer, der vielleicht als Auge gedeutet werden kann. Bei der genannten Art kommen auch 4gliedrige Fühler vor, während diese bei den übrigen Siriciden stark reduziert sind. Die Larven der Xiphydrien nehmen, wenn sie aus den Gängen gekommen sind, eine stark zusammengekrümmte S-förmige Stellung ein (Abb. 242 c).

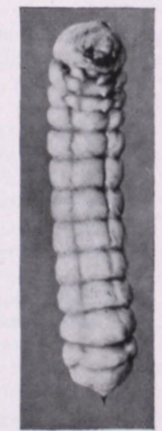
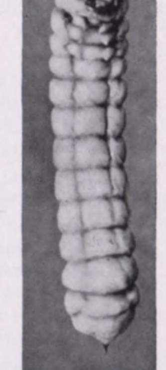






Abb. 242. Larven von Holzwespen: a und b *Sirex* (Original), c *Xiphydria* (nach Leisewitz)

Die Puppe (Abb. 244) ist gelblichweiß, in ihrer Größe sehr verschieden entsprechend den Größenunterschieden der Imagines. Bei der ♀ Puppe macht der letzte Hinterleibsring mit dem Bohrer fast die Hälfte des Hinterleibs aus.

Die Siriciden stellen nur eine kleine Familie dar mit nur wenigen Gattungen und Arten, von denen wir folgende hier berücksichtigen:

Systematische Übersicht

Die Gattungen

1 Intercostalzelle mit Quernerv, jedoch ohne Längsader (Abb. 240 A u. 246 a); Mittelschienen mit 2 Endsporen. Larve in Laubholz . . . . . **Xiphydria Latr.**

[1]) Über die vermutliche Funktion dieses Dorns siehe unten S. 254.

— Intercostalzelle ohne Quernerv, dagegen mit schwacher Längsader (Abb. 246 b); Mittelschienen mit nur e i n e m Endsporn 2

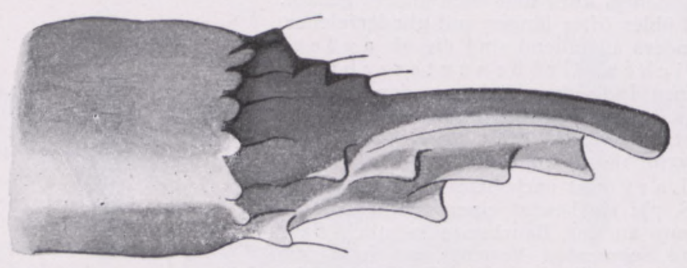


Abb 243. Enddorn der Larve von *Xiphydria prolongata* Geoffr. (100 mal). Nach Leisewitz

2 Antennen kurz, in der Mitte mehr oder weniger verdickt, mit 12—16 Gliedern. Vorderflügel mit 3 Cubitalzellen, von denen die 2. beide rücklaufende Nerven aufnimmt (Abb. 240 C). Larve in Laubholz . . . . **Tremex Jur.**

— Antennen lang, faden- oder borstenförmig, mit 17—30 Gliedern, Vorderflügel mit 4 Cubitalzellen, von denen die 2. und 3. je einen rücklaufenden Nerven aufnimmt. Larve in Nadelhölzern 3

3 Hinterschienen nur mit 1 Endsporn, Sägescheide so lang wie der Körper (Abb. 240 H). Larve in Nadelholz . . . . **Xeris A. Costa**

— Hinterschienen mit 2 Endsporen, Sägescheide kürzer 4

4 Vorderflügel mit abgekürztem Brachialquernerv (außer dem Arealnerv) (Abb. 246 b). ♀ Körper schwarzblau, ♂ der Hinterleib ausgedehnt rotgelb, der Kopf stets ganz schwarzblau. Larve in Nadelholz . . . . . **Paururus Knw**

— Vorderflügel ohne abgekürzten Brachialquernerv (außer dem Arealnerv). Körper gelb oder schwarz und gelb. Der Kopf stets teilweise gelb. Larve in Nadelholz. **Sirex L.**



Abb. 244. Männliche und weibliche Puppe von *Sirex gigas* L. Nach Scheidter



Abb. 245. Fühlerbasis von a *Xiphydria longicollis* Geoffr., b *Xiph. camelus* L. Nach Enslin

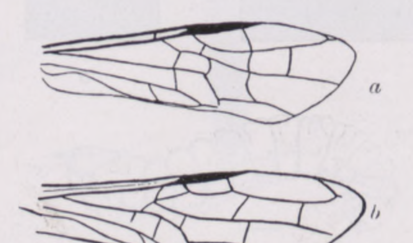


Abb. 246. Flügelgeäder von *Xiphydria* Latr., b *Paururus* Knw. Nach Enslin

Die Arten

Xiphydria Latr.

Durchgehend kleinere Arten (15—22 mm). Larven leben in Laubholz.

1 Hinterleibsmitte rot. Kopf und Thorax weiß gezeichnet. Beine rot, Hüften schwarz, Schienen an der Basis weiß. Beim ♂ 5. und 6. Bauchsegment mit einem dicken, braunroten Haarbüschel. Länge 7—18 mm. Larve in *Salix, Populus, Ulmus* . . . . X. prolongata Geoffr.[1])

— Hinterleib schwarz, mit weißen oder gelblichen Zeichnungen 2

2 Zweites Fühlerglied kürzer als die Hälfte des 3. und kürzer als das 4. (Abb. 246 b). Kopf, Thorax und Abdomen mit weißen Zeichnungen (Abb. 240 A u. B). Länge 10—21 mm. Larven besonders in *Alnus*, angeblich auch in *Betula*. Häufigste Art. X. camelus L.

— Zweites Fühlerglied wenig kürzer als das 3. und länger als das 4. (Abb. 246 a). Körperzeichnungen gelb. ♂ am 4.—6. Bauchsegment mit dicken gelben Haarbüscheln. Länge 15—22 mm. Larve in *Betula*, auch in *Quercus, Acer* und *Pirus*. X. longicollis Geoffr.[2])

Tremex Jur.

Die Gattung enthält zwei Arten, deren Larven in Laubholz leben:

Körper größtenteils und die Flügel rostgelb, beim ♂ ersterer mehr schwarz mit braunroten Flecken. Fühler an der Basis rötlich. Hinterleib mattgelb mit schwarzen Binden. Länge 15—40 mm (Abb. 240 C). Larve in *Fagus*, auch in *Betula* und *Populus* . . . . T. fuscicornis F.

Körper schwarz oder blauschwarz, beim ♀ Hinterleib und Beine und auch die Fühlerspitze weiß; ♂ ganz schwarz (bei der var. *alchimista* Mocs. die mittleren Rückensegmente mit weißlichem Hinterrand). Länge 15—35 mm. Larve in *Quercus, Fagus, Acer, Betula* und *Pirus* . . . . T. magus F.

Xeris A. Costa

Die Gattung *Xeris* A. Costa enthält nur eine paläarktische Art: X. spectrum L. (Abb. 240 H u. J).

Diese ist schwarz; bleichgelb sind ein Fleck am Hinterrand der Schläfen und ein breiter Seitenrandstreif des Pronotums. Die Beine sind teils rotgelb oder zum Teil schwarz. Die Sägescheide so lang wie der Körper. Länge 15—30 mm. Larve vorwiegend in *Pinus silvestris*, doch auch in *Picea excelsa* und *Abies alba*.

---

[1]) Eine eingehende morphologische und bionomische Darstellung dieser Art gibt Leisewitz (1897) nach einem Vorkommen in einem Ulmenast. Über den Verlauf der Larvengänge und über die Lage der Puppenwiege s. unten S. 255.

[2]) Über einen stärkeren Befall von gipfeldürren Eichen (in Südmähren und Österreich) durch diese Art berichtet Schimitschek (1935). Der Befall erstreckte sich auf die Kronenpartien und die obere Schafthälfte. Die Larvengänge durchziehen den Splint nach allen Richtungen, ohne aber in den Kern selbst einzudringen; er wird höchstens am Rand schwach angegriffen. Der Befall ist oft so stark, daß die Larvengänge den Splint ganz zerstören. Die Larven fressen kreuz und quer in der Splintzone, seltener, aber nie tief, in die Kernholzzone übergreifend; die Larvengänge sind dicht mit feinstem, weißem Bohrmehl verstopft.

Die Verpuppung erfolgt als freie Puppe im Splintkörper, knapp unter der Splintoberfläche. Die gesunde Larve legt die Puppenwiege so an, daß nur ein aus feinstem Nagemehl geformter Pfropfen von dem Vollinsekt durchstoßen und dann die Rinde durchnagt werden muß. Die Larve liegt mit dem Kopf zur Ausgangsöffnung gerichtet. Die Wände der Puppenwiege sind etwas geschwärzt. Die schlupfbereite Imago durchbricht den Pfropf und muß sich nun noch durch die oft dicke und harte Borke der Eiche den Weg ins Freie bahnen, wobei viele Tiere eingehen. — Die Fluglöcher sind kreisrund und erwecken bei Betrachtung den Eindruck, als rührten sie von einem Schrotschuß her.

Über die Parasiten dieser Art s. unten S. 262.

Paururus Knw.

Die meisten Autoren nehmen zwei Arten in dieser Gattung an: P. juvencus L. und P. noctilio F., die sich auch biologisch unterscheiden sollen, indem *juvencus* in Kiefer und *noctilio* in Fichten leben soll. Nach Enslin sind aber die beiden nicht spezifisch zu trennen, da fortlaufende Übergänge zwischen ihnen stehen. Enslin nimmt daher nur eine Art an, P. juvencus L., zu der er noctilio F. als Varietät stellt.

P. juvencus (Abb. 240 K u. L). — Blauschwarz, beim ♂ der Hinterleib, von Basis und Spitze abgesehen, rötlich. Beine rotgelb, Hüften und Trochanteren, beim ♂ auch die hinteren Schienen und Tarsen schwarz. Fühler in der Basalhälfte rotgelb oder ganz schwarz (var. *noctilio* F.). Sägescheide nur am Grunde mit wenigen Runzeln oder bis gegen das Ende mit starken Querrunzeln (var. *noctilio* F.). Länge 15—30 mm. Larve in Kiefer, Fichte und Tanne. Sehr häufig [1]).

Sirex L.

Nach der Abtrennung der Gattungen *Xeris* und *Paururus* von *Sirex* verbleiben dieser Gattung nur noch drei europäische Arten.

1 Scheitel gegen die Schläfen ziemlich deutlich abgegrenzt, ganz schwarz, so daß der Oberkopf in der Mitte breit schwarz erscheint. Der ganze Scheitel mehr oder weniger runzelig punktiert. Thorax fast immer ganz schwarz (Abb. 240 D—F). Länge 12—40 mm. Larve in Kiefer, Fichte, Tanne und Lärche. S. gigas L. [2])

— Scheitel seitlich ohne deutliche Grenze in die Schläfen übergehend, gelb wie die Schläfen, höchstens die Mittelfurche schwarz. Nur die Mittelfurche stärker punktiert, der Scheitel neben der Mittelfurche glatt, nur mit vereinzelten Punkten 2

2 Scheitel mit tiefer schwarzer Mittelfurche. Beim ♀ der Fortsatz des 8. Rückensegmentes vor der Spitze nicht erweitert, am Ende schnell zugespitzt. Hinterleib des ♂ rötlichgelb, die Spitze, manchmal auch die Basis, verdunkelt bis schwarz. Länge 15—30 mm. Larve in Nadelhölzern. Die Art wird oft mit der vorigen Art verwechselt . . . . S. phantoma F.

— Scheitel mit schwacher Mittelfurche, ganz hell gefärbt. Beim ♀ der Fortsatz des letzten Rückensegmentes vor der Spitze erweitert und dann in eine lange Spitze ausgezogen. Bräunlichgelb, das ♂ meist ganz ungefleckt, beim ♀ am Hinterleibsrücken das 3.—7. Segment ganz oder teilweise schwarz. Länge 18 bis 40 mm. Larve in Nadelhölzern . . . . S. augur Klg.

Bionomie, Ökologie und forstliche Bedeutung der Holzwespen

Die Lebensweise aller Holzwespen hat viele übereinstimmende Züge, so daß wir ihre Grundzüge gemeinsam darstellen können.

Die **Flugzeit** fällt in die Monate Juni bis September je nach der Art und dem Klima. Die Wespen fliegen mit einem deutlich hörbaren schwirrenden Geräusch. Manche Autoren (Bechstein u. a.) geben an, daß die Wespen nicht nur vom Saft der Bäume sich nähren, sondern auch vom Raub anderer Insekten. Hartig setzt schwere Zweifel in die Richtigkeit dieser Angaben und auch Chrystal hat während seiner mehrjährigen eingehenden Studien niemals räuberische Lebensgewohnheiten bei den Holzwespen beobachten können.

Man sieht während der Flugzeit hauptsächlich Weibchen; die Männchen sind viel seltener und scheinen sich auch mehr in der Krone

---

[1]) Über die Bionomie dieser Art siehe die Arbeiten von Scheidter (1923), Chrystal (1928) und Uhlmann (1932).

[2]) Über die Bionomie von *Sirex gigas* L. und *Paururus juvencus* L. siehe die Arbeiten von Scheidter (1923) und Chrystal (1928).

herumzutreiben. Daß die Männchen meist in starker Minderzahl gegenüber den Weibchen sind, wird von den meisten Beobachtern angegeben. Scheidter konnte unter mehreren hundert Exemplaren von *S. augur* nur zehn Männchen feststellen. Chrystal schätzt das Verhältnis von Weibchen zu Männchen (bei *Paur. juvencus*) auf 2 : 1.

Die Kopula findet wahrscheinlich oben in der Krone statt (Borries). Nach derselben kommen die Weibchen herunter zur Eiablage. Nach Hartig beginnt dieselbe erst bei Sonnenuntergang und auch nach Scheidter schreiten die Wespen erst in den späten Nachmittagsstunden zur Eiablage. Chrystal dagegen beobachtete die Eiablage zu jeder Tageszeit, von 10 Uhr ab bis zum Abend. Ähnliches berichten Aß und Funtikow (1932). Nach ihnen bevorzugen *S. gigas* und *Xeris spectrum* die Tagesstunden für Stiche und Eiablage, und zwar die Zeit um 14 Uhr herum (s. Abb. 247 a u. c). Bei *Paururus* ist die Zeit länger und es wurden sogar Eiablagen um 3 Uhr nachts beobachtet (Abb. 247 b). Nach Aß und Funtikow wird durch Licht und Wärme die Legetätigkeit der Holzwespen gesteigert, was in einem gewissen Gegensatz zu den Angaben von Hartig und Scheidter steht. Die Eiablage findet an stehenden oder frischgeschälten Stämmen oder Stöcken mit oder ohne Rinde statt.

Die **Eiablage** wurde verschiedentlich beschrieben, so von Scheidter, Bischoff, Chrystal, Aß und Funtikow und zuletzt von Francke-Grosmann. Es sei die Schilderung der letzteren hier wiedergegeben:

„Die Wespe nahm im Laboratorium stehende und liegende, berindete, nicht allzu frische Fichtenabschnitte willig zur Eiablage an und ließ sich selbst durch künstliche Beleuchtung während der photographischen Aufnahmen nicht im mindesten stören. Das Tier lief anfangs lebhaft nach einer geeigneten Stelle suchend auf den beiden Abschnitten herum. Dabei trillerte es eifrig mit den Fühlern auf der Rinde; der Hinterleib wurde stellenweise nachgeschleppt. Hatte das Tier eine ihm geeignet erscheinende Stelle gefunden, so machte es halt, der Hinterleib wurde angehoben und die Spitze des in der Legescheide befindlichen Bohrers aufgesetzt. Wenn die Stachelspitze hinter einem Rindenschüppchen einen Halt gefunden hatte, machte das Tier einige kurze Schritte rückwärts, wodurch der Legestachel aus der Stachelscheide hervorklappte und sich aufstellte, wobei gleichzeitig die Insertionsstelle des Stachels hoch emporgehoben wurde. Die Beine der Wespe waren dabei fest an die Rinde

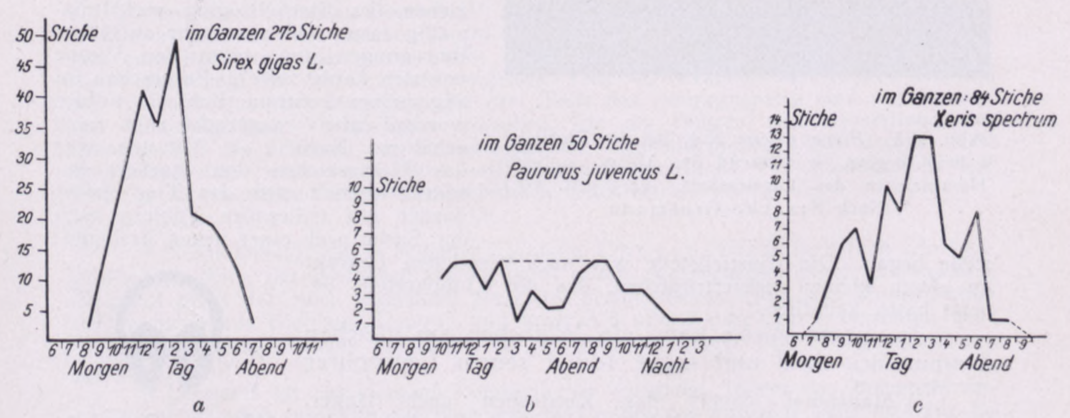


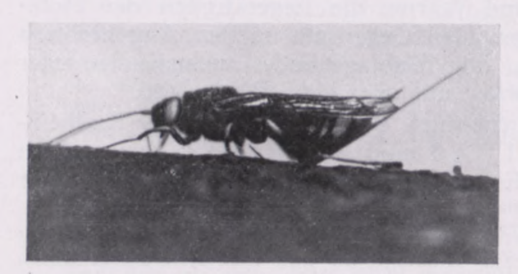
Abb. 247. Kurven über die Anzahl der ausgeführten Stiche für die verschiedenen Stunden des Tages. a *Sirex gigas* L., b *Paururus juvencus* L., c *Xeris spectrum* L. Nach Aß und Funtikow

gekrallt, die Fühler suchten Kontakt mit der Unterlage. Zu Beginn des Einbohrens bildete der Hinterleib der Wespe einen stumpfen Winkel von etwa 130° (Abb. 248 a). Der Stachel wurde rechtwinkelig zur Körperachse angesetzt, er wurde somit schräg nach hinten gerichtet. Auf der Abbildung ist er zwischen den etwas breitgestellten Hinterbeinen der Holzwespe sichtbar. Das Einbohren des Stachels geschah unter stetig kreisenden Bewegungen der Stachelansatzstelle, die auch die nach hinten gerichtete leere Stachelscheide mitführte. Die Spitze der Stachelscheide beschrieb dabei eine elliptische Figur. Die Bewegung, durch welche die Stechborsten in rhythmischer Folge vorgestoßen werden, war so rasch, daß bei 1/5 Sekunde Belichtungszeit die Stachelscheide nur als Schatten auf die Platte kam. Die Bewegung der Stachelbasis hat eine sehr geringe Amplitude, sie wird durch die Übertragung auf die lange Stachelscheide bei dieser erheblich verstärkt.

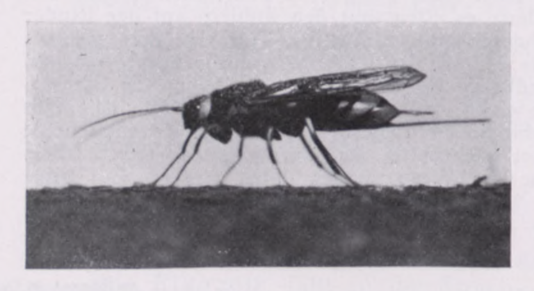
Nach 6—8 Minuten — die Länge der Einbohrzeit ist von der Beschaffenheit des Holzes abhängig — war der Stachel in das Holz eingesenkt (Abb. 248 b). Der Hinterleib der Wespe war dabei dreieckig ausgezogen, das ganze Abdomen seitlich zusammengedrückt. Das Tier ist jetzt aufs höchste konzentriert, die Fühler berühren das Substrat und an einer schwachen Flankenbewegung erkennt man, daß die Eiablage vor sich geht. Die Zeit, in welcher das Tier in dieser Stellung verharrte, war verschieden lang, meist dauerte die Eiablage länger als eine Minute [1]). Das Herausziehen des Stachels ging verhältnismäßig rasch und ohne sehr auffällige Bewegungen von seiten der Wespe vor sich (Abb. 248 c). Es geschah im allgemeinen kontinuierlich, die Fühler wurden dabei waagerecht nach vorn gehalten. Nach 1—2 Minuten war das Herausziehen des Stachels beendet, wonach sich das Tier sofort wieder mit trillernden Fühlern nach der Suche nach einer neuen Eiablagestelle begab. Die Einstichstelle war nach beendetem Legeakt an einem kleinen Sekrettröpfchen, das die Einbohrstelle benetzt hatte, kenntlich."



a



b



c

Abb. 248. *Sirex augur* Klg. bei der Eiablage: a beim Beginn, b während der Ablage, c beim Herausziehen des Legestachels. (4/5 nat. Gr.) Nach Francke-Grosmann

In dieser Weise kann ein Weibchen am gleichen Stammstück 6, 8 und sogar 10mal seinen Legebohrer



Abb. 249. Querschnitt durch einen Bohrstachel von *Sirex*. Nach Chrystal

[1]) Manchmal dauert das Einstechen auch länger. Scheidter beobachtete Weibchen, die ihren Legebohrer bis zu einer Viertelstunde, ja einmal sogar bis 43 Minuten versenkt hatten. Aß und Funtikow geben für einzelne Fälle von *Xeris*-Stichen 1½ bis fast 2 Stunden an.

unmittelbar hintereinander ohne größere Zwischenpausen versenken, um dann an einen anderen Stamm zu fliegen und dort mit seinem Legegeschäft fortzufahren [1]). Die ganze Legezeit dürfte sich je nach der Witterung 2 bis 3, ja auch 4 Wochen hinziehen (Scheidter).

Die in der forstentomologischen Literatur häufig vertretene Ansicht, daß mit jedem Anstich nur ein Ei in das Holz versenkt werde, ist nicht zutreffend. Scheidter sowohl wie Aß und Funtikow und Chrystal stellten fest, daß in jedem Stichkanal in der Regel mehrere Eier, bis 8, abgelegt werden können, wie auch aus der Zahl der vom Stichkanal abgehenden Larvengänge ohne weiteres zu ersehen ist (siehe unten). Die Tiefe des Einstichkanals ist recht verschieden — je nach der Holzwespenart und der Länge des Legebohrers. Im allgemeinen erreicht der Kanal eine Länge von 6—10 mm; bei *Xiphydria* ist die Tiefe weit geringer, etwa 2—3 mm (Leisewitz). Die Richtung ist meist senkrecht zur Längsachse, doch bisweilen auch mehr oder weniger schief.

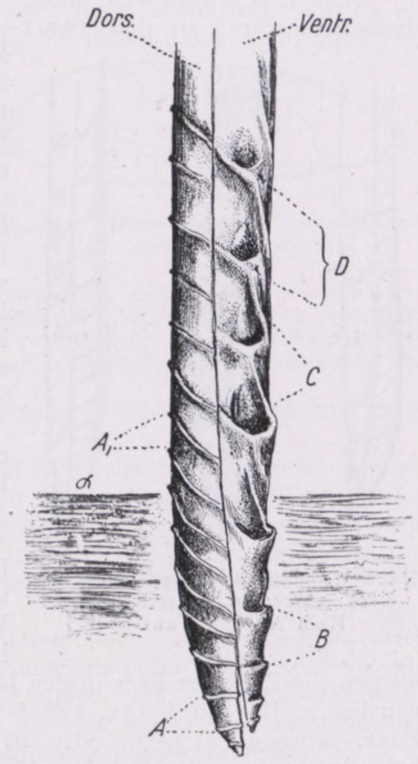


Abb. 250. Bohrstachel von *Paururus juvencus* L. ins Holz eindringend. Das Ende der Borsten, die der Mitte der Ventralseite eng anliegen, stellt gleichzeitig Säge und Schaufeln dar, da die proximalen Ränder der Zähne horizontal sind (B) und zum Entfernen des beim Bohren gebildeten Sägemehls dienen (s Abb. 252). Nach Aß und Funtikow

Der Bohrapparat, der von einer Scheide flankiert ist, besteht aus drei Teilen: einem dorsalen rinnenförmigen (D. T.) und zwei ventralen Borsten (V. Ch.), welche den Rändern des ersteren so anliegen, daß eine Röhre gebildet wird (Abb. 249). Die Verbindung der dorsalen und ventralen Teile ist derartig, daß letztere hin und her verschoben werden können. Die drei Teile des Bohrapparates sind mit Leisten und schaufelartigen Vorsprüngen versehen, die als Bohrer zur Herstellung des Eikanals und als Schaufel zur Entfernung des Bormehls dienen (Abb. 250) [2]). Die Anordnung und Form der Leisten usw. zeigen beträchtliche Verschiedenheiten und sind für die einzelnen Arten charakteristisch (Abb. 251).

---

[1]) Nicht jeder Einstich bedeutet Eiablage, Chrystal fand mehrfach Einstichkanäle ohne Eier, das Weibchen scheint nicht selten „Versuchsbohrungen" zu machen, die meist nicht tief, doch manchmal auch von beträchtlicher Tiefe sein können, ohne daß es dabei zur Eiablage kommt; und auch Aß und Funtikow berichten über solche „fruchtlose" Stiche, die schon an der „kurzen Dauer des Stichprozesses zu erkennen seien".

[2]) Letzteres ist ein ziemlich komplizierter Vorgang, indem das Bohrmehl abwechselnd von den ventralen Stacheln auf die Leisten des dorsalen Teils und von da wieder in die Schaufeln der ersteren transportiert wird, wie aus den schematischen Zeichnungen von Aß und Funtikow hervorgeht (Abb. 252).

Die Eier sind rein weiß, durchscheinend, nur an dem einen Ende etwas geschwärzt; sie sind etwa 1—1,5 mm lang, keulenförmig, an dem einen Ende mehr oder weniger spitz auslaufend, an dem anderen mehr abgerundet (Abb. 253). Da der Durchmesser der Eier wesentlich größer ist als der Durchmesser des Kanals im Legebohrer, so muß das durchtretende Ei stark in die Länge ausgezogen werden. Eine schlüpfrige Flüssigkeit, die von besonderen Drüsen in den Kanal abgegeben wird, erleichtert den Durchbruch des Eies. Die Flüssigkeit bildet bei dem abgelegten Ei eine klebrige Umhüllung (siehe unten S. 258).

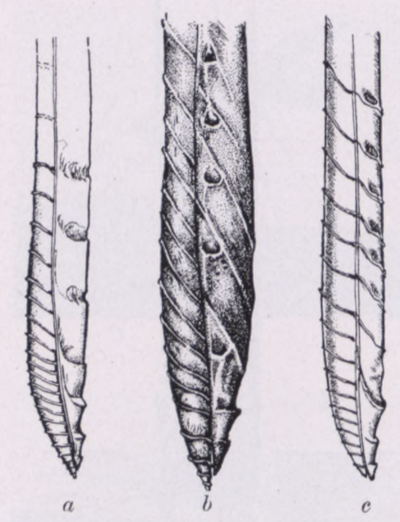


Abb. 251. Bohrstacheln verschiedener Siriciden: a *Tremex*. b *Xeris*, c *Sirex*. Nach Aß und Funtikow

Die Gesamtzahl der von einem Weibchen produzierten Eier ist sehr groß und beträgt nach Scheidter bei *S. augur* mehr als 1000, bei *Paur. juvencus* 350—480 Stück. Die Zahlen wurden durch anatomische Untersuchung der Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen gewonnen. Wie bei den meisten Blattwespen so ist auch bei den Holzwespen die Zahl der Eier in den beiden Ovarien verschieden. Bei *S. augur* wurden z. B. 120 + 131, 128 + 146 oder 159 + 130 Eier gefunden, bei *Paur. juvencus* 41 + 39 oder 46 + 51 oder 45 + 49. In jeder Eiröhre befanden sich in der Regel 4 Eier, von denen beim Schlüpfen der Wespe meist 2 Eier reif waren; die noch unreifen Eier reifen allmählich heran, nachdem die vordersten reifen abgelegt sind. Die Weibchen legen nach Scheidter alle oder fast alle in den Eiröhren gebildeten Eier ab. Zu wesentlich niedrigeren Zahlen gelangen Aß und Funtikow. Auf Grund der Feststellung der Zahl der von einem Weibchen ausgeführten Stiche kommen

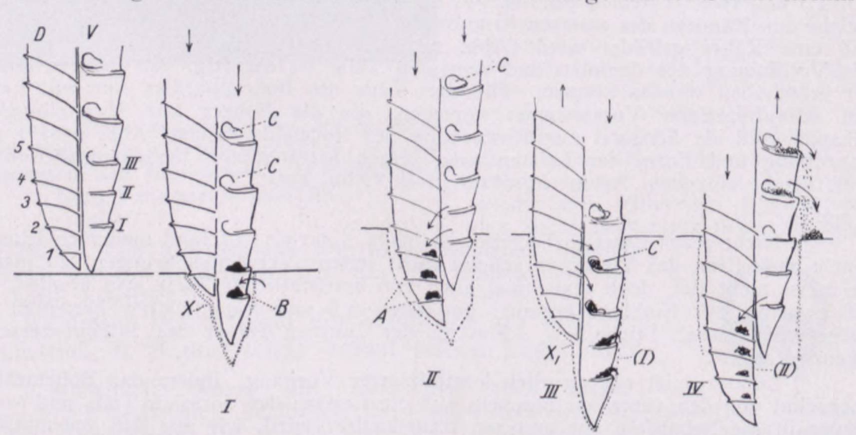


Abb. 252. Die Mechanik des Bohrens. D Dorsaler Teil, V Ventralchaeten, C Bohrmehlempfänger Nach Aß und Funtikow

sie bezüglich der letzteren für *S. gigas* zu einem Mittelwert von 85 bis 86 Stichen; bei der Annahme von 4 Eiern bei jedem Stich ergibt sich eine Gesamtzahl der Eier von 350. Für *Paur. juvencus,* welche öfter bloß 1 oder 2 Eier auf einen Stich ablegt, muß die Gesamtzahl noch etwas vermindert werden. Enslin gibt noch geringere Eizahlen an, nämlich 30—250.



Abb. 253. *Sirex*-Ei mit der jungen schlupfreifen Larve. Nach Chrystal

Nicht selten findet man an den Stämmen beim Legegeschäft verendete Weibchen mit noch tief versenktem Legebohrer. Vielleicht ist das vorzeitige Absterben dadurch verursacht, daß die Wespen zu saftreiches Holz angestochen haben oder aber es handelt sich um Weibchen, die am Ende ihres Legegeschäftes stehen und an Entkräftung zugrunde gegangen sind.

Die Entwicklung dauert etwa 3—4 Wochen, bei spät im Herbst abgelegten Eiern entsprechend länger [1]).

Die junge **Larve** frißt zunächst vom Einstichkanal mehr oder weniger senkrecht abgehend nach oben und unten (Abb. 254). Die Gänge laufen anfangs eine kurze Strecke im weichen Sommerholz eines Jahresringes, um dann quer in das Innere des Stammes einzudringen [2]). Über den Weg, den die Gänge im Holz machen, sind wir noch nicht ganz im klaren. Alle Angaben stimmen darin überein, daß die Gänge nach längerem oder kürzerem Verlaufe in den tieferen Partien des Stammes wieder nach dessen Oberfläche zurückkehren und in einem kleineren oder größeren Abstand von derselben in der Puppenwiege endigen. Bei *Xiphydria* reicht die Puppenwiege bis dicht unter die Rinde (s. Abb. 255) und ist bisweilen gegen die Rinde zu mit einem feinen Bohrmehlpfropfen verstopft.

Während die Mehrzahl der Autoren von unregelmäßig gewundenen Gängen spricht, haben Aß und Funtikow für *Paur. juvencus* die sehr merkwürdige Feststellung gemacht, daß die Larve, nachdem sie das Holz eine Strecke weit quer zur Faserrichtung durchgenagt hat, umkehrt, sich durch die in diesem Gangstück befindliche Bohrmehlmasse wieder **zurück**frißt und dann (in der Abb. 256 von B ab) das bis nahe zur Stammoberfläche (D) ziehende Endstück ausnagt. Von 50 von Aß und Funtikow untersuchten Gängen waren 41 nach diesem Typus gebaut, nur 9 besaßen den gewöhnlich für Holzwespen beschriebenen schlingenförmigen Verlauf (Abb. 257 VII—X); mitunter befanden sich die beiden Typen unmittelbar nebeneinander (Abb. 257 VI). Die beiden Autoren vermuten auf Grund verschiedener Funde, daß es sich hier um einen biologischen Sexualdimorphismus handelt, in dem Sinn, daß der erste Grundtypus mit „rücklaufendem" Gangstück von den Weibchen und der zweite einfache „schlingenförmige" Typ von den Männchen genagt wird. Diese Anschauung würde auch mit dem Geschlechterverhältnis (mehr Weibchen als Männchen) übereinstimmen, und erhält ferner auch eine Stütze durch die Unter-

---

[1]) Chrystal fand einmal noch im Februar junge Larven, die in der Eischale sich befanden.

[2]) Bisweilen gehen die Gänge auch durch die härtesten Partien. Chrystal fand in Lärchen verschiedentlich die Gänge von *Paur. juvencus* in harten und harzreichen Krebsstellen. Meist allerdings pflegen die Larven solche Stellen zu umgehen.

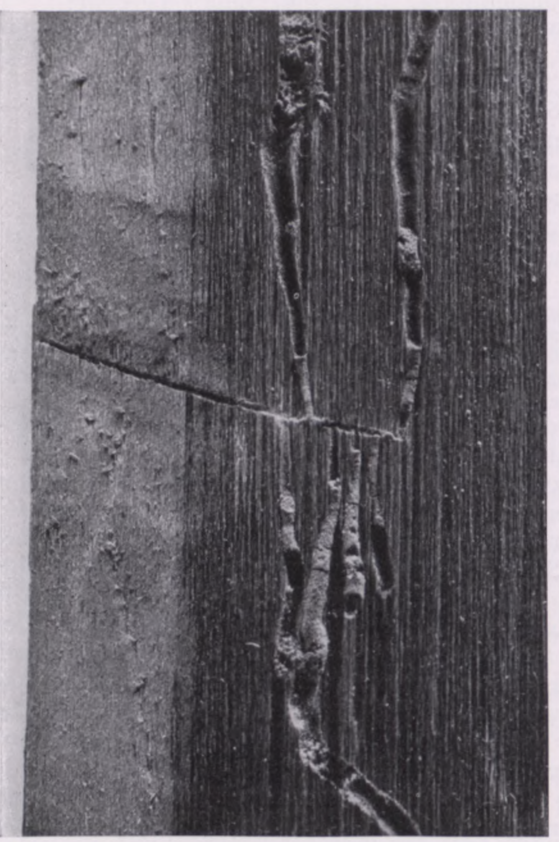


Abb. 254. Längsschnitt durch den von *Sirex gigas* L. gefertigten Stichkanal mit 6 von diesen abgehenden Larvengängen (2 mal). Nach Scheidter

suchungen von Francke-Grosmann über das Zusammenleben von Holzwespen und Pilzen (siehe unten S. 257).

Die Länge der Gänge ist sehr verschieden je nach der Beschaffenheit (Nährstoffgehalt) des Holzes und der Größe der Wespen. Chrystal gibt für *S. gigas* etwa 40 cm und für *Paur. juvencus* etwa 15—25 cm an. Die Gänge sind ganz mit zusammengepreßtem feinem Bohrmehl angefüllt, so fest und dicht, daß man die Gänge auf der Schnittfläche leicht übersehen kann. Zum Festpressen des Bohrmehls dient der stachelartige Anhang (Dorn) am Hinterende der Larve, der auch bei der Fortbewegung eine wesentliche Funktion besitzt.

Die Gänge enden mit der Puppenwiege. Diese besitzt etwa den gleichen Durchmesser wie das vorhergehende Fraßgangende. Sie unterscheidet sich von letzterem in der Hauptsache dadurch, daß sie frei von Bohrmehl ist. Die Grenze von Puppenwiege und Fraßgang wird in der Regel durch einen Ringwulst von Bohrmehl gebildet, der in der Mitte gewöhnlich ein feines Loch hat zur Aufnahme des Enddorns der Larve.

Die Puppenwiegen liegen in der Regel nur wenige Zentimeter von der Oberfläche des Stammes entfernt, doch sind auch viel weitere Entfernungen bis etwa 12 cm beobachtet worden (Scheidter). Andererseits gibt es Arten *(Xiphydria)*, welche die Puppenwiege bis dicht unter die Rinde führen. Der Weg von der Puppenwiege zur Stammoberfläche ist nicht bereits von der Larve vor der Verpuppung angelegt, sondern wird stets von der Wespe genagt.

Die **Ausfluglöcher** sind meist kreisrund, nur dann, wenn die Ausfluggänge in einem spitzen Winkel an die Oberfläche treten, werden die Löcher mehr oder weniger oval. Ihre Größe ist sehr variabel, entsprechend den beträchtlichen Größenunterschieden der Wespen, und es stehen oft auf engem Raum Fluglöcher mit verschiedensten Durchmessern dicht nebeneinander (Abb. 258). So stellen die Fluglöcher, besonders wenn auch

die Orte ihres Auftretens berücksichtigt werden, ein ziemlich sicheres diagnostisches Merkmal für *Sirex*-Vorkommen dar.

Die Mandibeln sind sehr kräftig und vermögen auch anderes Material, das z. B. im verbauten Holz den Ausgang versperrt, zu durchbohren. So sind Fälle, daß selbst dicke Bleiplatten, die dem befallenen Holz aufgelegt waren, durchfressen wurden, nicht selten; ebenso wird Linoleum, das als Bodenbelag dient, von den aus den Bodenbrettern kommenden Holzwespen bisweilen durchlöchert.

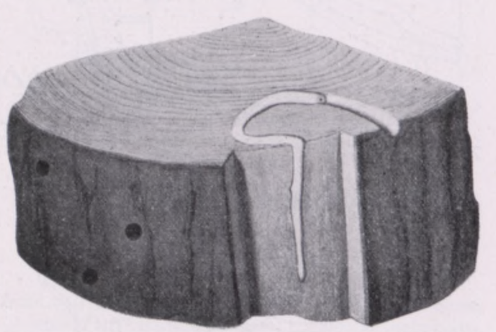


Abb. 255. Spaltstück aus einem Ulmenast mit dem Fraß von *Xiphydria prolongata* Geoffr. Durch Hinwegnahme der äußersten Splintschicht ist der parallel der Stammachse aufsteigende Teil des Gangendes sichtbar geworden; auf der Querschnittfläche zeigt sich der stark gekrümmte horizontale Bogen und, daran in Gestalt einer Rinne in radialer Richtung sich anschließend, die Puppenwiege mit dem (halb durchschnittenen) Flugloch. Links sind drei Fluglöcher von Wespen zu sehen. Nach Leisewitz

Wie die Ganglänge, so ist auch die **Entwicklungsdauer der Holzwespen** sehr verschieden. Sie beträgt nur selten (bisweilen bei *Tremex* in Laubholz) nur ein Jahr, sonst in der Regel zum mindesten zwei Jahre, gewöhnlich drei Jahre. Sie kann auch wesentlich länger sein und sich 4—6 und noch mehr Jahre ausdehnen, wie das Auskommen von Wespen in Häusern mehrere Jahre nach der Erbauung beweist.

Was die **Holzarten** betrifft, welche von den Holzwespen belegt werden, so sind zwei Gruppen zu unterscheiden:

1. Holzwespen, die in der Hauptsache Laubholz befallen (Angehörige der Gattungen *Xiphydria* Latr. und *Tremex* Jur.), und
2. solche, die nur Nadelholz angehen (Angehörige der Gattungen *Xeris* A. Costa, *Paururus* Knw. und *Sirex* L.).

Ob die Laubholztiere einerseits und die Nadelholztiere andererseits wieder besondere Baumarten bevorzugen, darüber herrscht noch keine volle Klarheit.

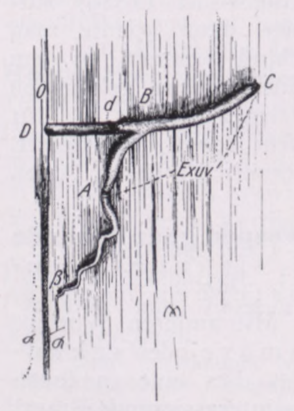


Abb. 256. Larvengang von *Paururus juvencus* L. Auf der Strecke C B findet „Zurückfraß" statt. Nach Aß u. Funtikow

Für die Nadelholztiere wird wohl Scheidter recht haben, wenn er annimmt, daß unsere Nadelholzwespen unterschiedslos an alle Coniferen-Arten gehen; und wenn von den verschiedenen Autoren Unterschiede gemacht werden, so dürften diese lediglich auf dem Vorherrschen der einen oder anderen Baumart in dem jeweiligen Beobachtungsgebiet beruhen. Wohl aber werden von den einzelnen Arten gewisse Altersklassen bevorzugt, insofern, als die Arten mit langem Legebohrer *(S. gigas)* an starke Stämme mit dicker Rinde gehen, während die Arten mit kürzerem Legebohrer (wie *P. juvencus)* Stangenhölzer bevorzugen, oder aber die beiden Sorten von Holzwespen verteilen sich am Stamme in der Weise, daß langbohrige Arten dessen unterste

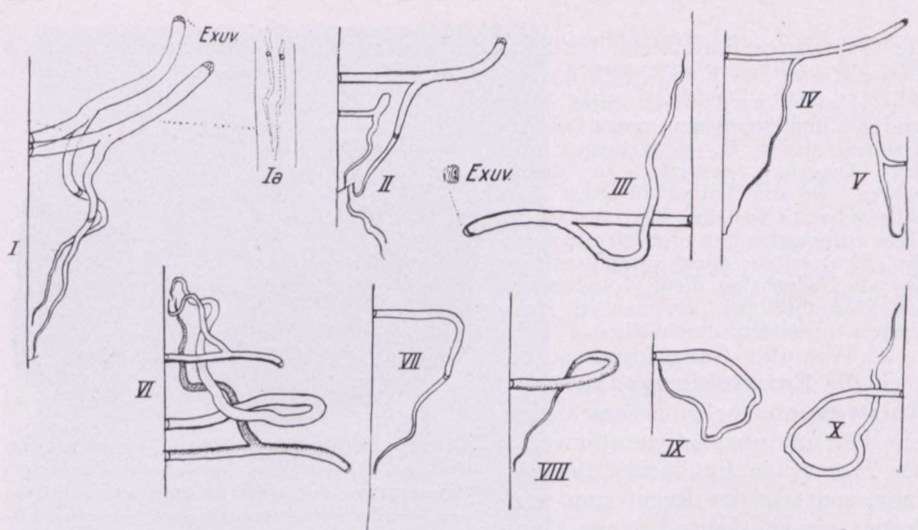


Abb. 257. Verschiedenartige Larvengänge von *Paururus juvencus* L. I—V „rücklaufende" Form, VI zwei „rücklaufende" und ein „schlingenförmiger" Gang dicht nebeneinander, VII—X „schlingenförmige" Gänge. Nach Aß und Funtikow

Partien belegen und die kurzbohrigen dagegen sich an den oberen Partien mit dünner Rinde niederlassen. Scheidter beobachtete im Frankenwald die Weibchen von *S. gigas* bei der Eiablage stets ganz unten dicht über dem Boden am Stamm sitzend, während *Paur. juvencus* höher am Stamm, meist in 1 m, oft auch in 2—3 m Höhe über dem Boden, angetroffen wurde.

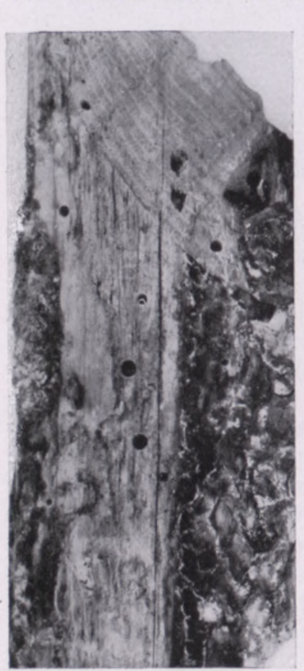


Abb. 258. Ausfluglöcher von Holzwespen, kreisrund und mit verschiedenem Durchmesser

Ob die Laubholztiere eine ähnliche Universalität bezüglich der Baumarten besitzen, wie die Nadelholztiere, läßt sich nach den bisher vorliegenden Berichten nicht entscheiden. Wenn wir die von Leisewitz (1889) aufgestellte Übersicht ansehen, dann könnte man wohl zu dem gleichen Schluß kommen, zu dem Scheidter für die Nadelholztiere gekommen ist. Wird dort doch *Tremex magus* F. für 5 Laubholzarten, *Xiphydria longicollis* Geoffr. für 4 und *Tremex fuscicornis* F. für 3 Arten angeführt.

Befallen die Holzwespen ganz gesunde Bäume oder gehen sie nur kränkelnde oder im Absterben begriffene Stämme an? Mit anderen Worten: Sind die Holzwespen primäre oder sekundäre Schädlinge? Es ist dies eine in forstlicher Beziehung besonders interessierende Frage.

Alle Beobachtungen, die bis jetzt über *Sirex*-Befall gemacht sind, deuten darauf hin, daß völlig gesunde Bäume nicht an-

gegangen, sondern nur solche Bäume befallen werden, die irgendwie geschwächt sind, sei es durch schlechte Bodenverhältnisse oder durch Unterdrückung oder durch Wurzelverletzungen infolge Lockerung durch Wind oder durch Schälwunden oder durch Raupenfraß oder Borkenkäferbefall oder durch Wurzelpilze usw. So besteht heute kein Zweifel über die Sekundärität der Holzwespen. Chrystal nennt die Anwesenheit von Holzwespen geradezu als Indikator für den „pathologischen Zustand" der betreffenden Bäume. Scheidter berichtet, daß im Frankenwald nur die Weißtannen befallen waren, die danebenstehenden Fichten aber ausnahmslos verschont blieben, da eben die ersteren durch das seit Jahren herrschende Tannensterben in einen kränkelnden Zustand versetzt worden sind, während die Fichten völlig gesund waren. Die Sekundärität der Holzwespen geht am deutlichsten daraus hervor, daß gefällte Stämme und frische Stöcke eine besondere Anziehungskraft auf die Holzwespenweibchen ausüben. Andererseits darf das Holz noch nicht zu trocken und auch nicht verfault sein.

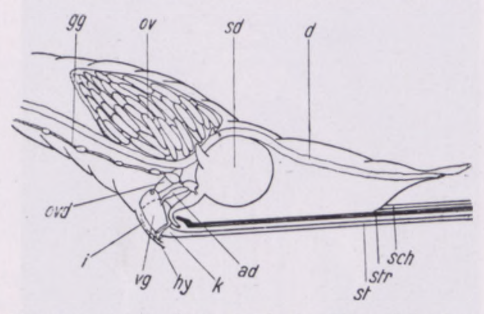


Abb. 259. Längsschnitt durch den Hinterleib eines ♀ von *Paururus juvencus* L. (leicht schematisiert). ov = Ovar, ovd = Ovidukt, vg = Vagina, ad = Anhangdrüse, i = Intersegmentaltasche, k = Kolbenorgan, hy = Hypopygium, sd = unpaare Schleimdrüse, d = Darm, gg = Ganglienkette, sch = Stachelscheide, str = Stachelrinne, st = Stechborste. Nach Francke-Grosmann

Wenn verschiedentlich von einem primären Auftreten berichtet worden ist, so beruhen diese Angaben auf ungenauen Beobachtungen. Ratzeburg schon hat den Bericht Balzereits, wonach gesunde Fichten Tausende von Holzwespenbohrlöchern aufgewiesen haben sollten, aus denen das Harz am Stamme herunterlief, stark angezweifelt und die Erscheinung auf Borkenkäfer zurückgeführt. Und auch das starke Auftreten unserer nach Neuseeland verschleppten Holzwespen an den dort angepflanzten Kiefern, das anfänglich für primär gehalten wurde, ist heute als sekundär erkannt. Es handelt sich auch dort bei den mit *Sirex* befallenen Stämmen durchgehend um unterdrückte und auf ungeeignetem Boden stockende oder um pilzkranke Bäume.

Ein besonders interessantes Kapitel ist das **Zusammenleben von Holzwespen und Pilzen.** Zum ersten Male hat P. Buchner auf dieses Zusammenleben hingewiesen. Da er besondere Organe (Pilzspritzen) zur Übertragung der Pilze auf die folgende Generation feststellen konnte, so nahm er an, daß es sich um eine für die Holzwespen hochbedeutsame Symbiose handelt, etwa in dem Sinne, daß die Wespe sich die Enzyme des Pilzes beim Verdauungsvorgang nutzbar macht.

Neuerdings hat Francke-Grosmann sich eingehend mit diesem Problem beschäftigt. Danach leben alle Angehörigen der Gattung *Sirex, Paururus* und *Tremex* in fester Gemeinschaft mit Pilzen, nicht aber *Xeris spectrum.*

Zum Verständnis ist ein kurzer Hinweis auf den Bau des weiblichen Geschlechtsapparates notwendig (Abb. 259). Der Bohrapparat besteht aus drei Teilen: der Stachelrinne und zwei mit dieser verfugten dreikantigen Stechborsten, die den Hohlraum umschließen, in dem das Ei beim Legeakt entlang gleitet. Basal geht die Stachelrinne in die Stachelrinnenbögen über, zwischen denen die Stechborsten in zwei kolbenförmigen Organen enden (Abb. 260 u. 261), die



Abb. 260. Stachelansatzstelle einer fast reifen Puppe von *Sirex gigas*. Puppenhaut entfernt. Zwischen den Stachelbögen die Kolbenorgane. Nach Francke-Grosmann

bereits Ratzeburg abgebildet hat. Diese „Kolbenorgane", die bei den einzelnen Gattungen verschieden gebaut sind, sind Drüsen, deren Ausfuhrgänge auf der Oberfläche der Kolben endigen. Ihr Sekret dient zum Schmieren des Legebohrers. Die Kolbenorgane ragen in die sogenannten „Intersegmentaltaschen", die als bohnenförmige Gebilde zu beiden Seiten des unpaaren Eileiters, der Vagina, liegen. Ihre Öffnungen befinden sich beiderseits der Genitalöffnung. Das Ei streicht also auf seinem Weg in das Freie zwischen den beiden Intersegmentaltaschen hindurch, tritt durch die Genitalöffnung in einen Hohlraum, der ventral durch die verbreiterte Basis der Kolbenorgane und andere Skelettstücke abgeschlossen ist, und wird von da in den Hohlraum des Stachels geleitet, an dessen Ende es schließlich austritt.

Der Inhalt der Intersegmentaltaschen besteht aus einem schleimigen Sekret, in welches eine Unmenge von Oidien schnallenbildender Pilze eingebettet ist. Bei der Eiablage wird das Ei von den Intersegmentaltaschen aus mit diesen Pilzen geimpft, und zwar in der Weise, daß es vorwiegend an seinem distalen Pol mit einem Klumpen von Oidien behaftet wird (Abb. 262).

Diese keimen in der feuchten Kammer schon in kurzer Zeit aus und bilden bereits nach 24 Stunden normale schnallenbildende Mycelien, die den Rand des Deckglases erreichen. Die einzige Nahrungsquelle bildet dabei der dem Ei anhaftende Schleim. Es war nun anzunehmen, daß sich das Mycel in ähnlicher Weise im Holz ausbreiten würde. Der Beweis hierfür konnte durch die Feststellung erbracht werden, daß die auch von anderen Autoren beobachteten, das *Sirex*-Holz durchziehenden schnallentragenden Hyphen tatsächlich mit dem Pilz in den Intersegmentaltaschen identisch sind. Wie durch verschiedene Versuche nachgewiesen werden konnte, wuchert ja auch der Pilz von den Wänden der Puppenwiegen her in die Intersegmentaltaschen der Weibchen ein, wo er auf dem in den Taschen sich ansammelnden Sekret der Kolbendrüsen zunächst ein günstiges Nährsubstrat findet und später nach Erschöpfung dieses Substrates zur Bildung von Oidien schreitet. Letztere sterben mit dem Tode der Wespe ab.



Abb. 261. Kolbenorgan von *Tremex fuscicornis*. Nach Francke-Grosmann

Was nun den Pilz betrifft, so handelt es sich nicht um einen bestimmten „Sirex-Pilz", sondern um verschiedene Arten, wobei bei den einzelnen Siriciden eine bestimmte Art vorzuherrschen scheint. Sämtliche aus den Pilztaschen der Holzwespen isolierten Pilze ähneln außerordentlich holzzerstörenden Hymenomyceten; mitunter scheint ein Pilzgemisch vorzuliegen. Soweit sich die Pilze bestimmen lassen, befanden sich unter ihnen *Trametes odorata* (an Tanne), *Polyporus imberbis* (an Laubholz) und der Blaufäulepilz *Ceratostomella pini* Münch (an Kiefer).



Abb. 262. Frisch abgelegtes Ei von *Sirex augur* mit anhaftendem oidienhaltigen Schleim. Nach Francke-Grosmann

Die Holzwespen können in bezug auf ihr Verhältnis zu den Pilzen in drei Gruppen eingeteilt werden:

1. *Xeris* (mit der einzigen Art *X. spectrum*), bei welcher keine Bindung zwischen Wespen und Pilzen vorliegt;
2. die Arten der Gattungen *Sirex* und *Paururus*, die im Nadelholz leben, das im allgemeinen nur spärlich von schnallentragenden Pilzhyphen durchzogen ist;
3. *Tremex (T. fuscicornis,* vermutlich auch *T. magus),* die in stark verpilztem Laubholz leben.

Die Larven von *Xeris spectrum* scheinen sich nach Beobachtungen von Prell und Baer in frischerem saftreicherem Holz zu entwickeln als die übrigen Holzwespenarten, da *Xeris* aus verbautem Holz bisher noch nicht bekannt ist. Dafür spricht auch die Tatsache, daß *Xeris* mit *Ceratostomella pini,* die zur Entwicklung frisches saftreiches Holz braucht, zusammen vorgefunden wurde. Die von den Larven zufällig gefressenen Mycelien der zufällig im Holz wuchernden Pilze werden zweifellos für die Ernährung der Larven ausgenützt. Wahrscheinlich stehen den Larven in dem saftreicheren Holze mehr verdauliche Inhaltsstoffe zur Verfügung als in trockenerem. Bei *Paururus* und *Sirex* scheint es zunächst unwahrscheinlich, daß die wenigen, die befallenen Hölzer durchwachsenden Hyphen eine merkliche Erhöhung der verdaulichen Bestandteile des Holzes darstellen sollen.

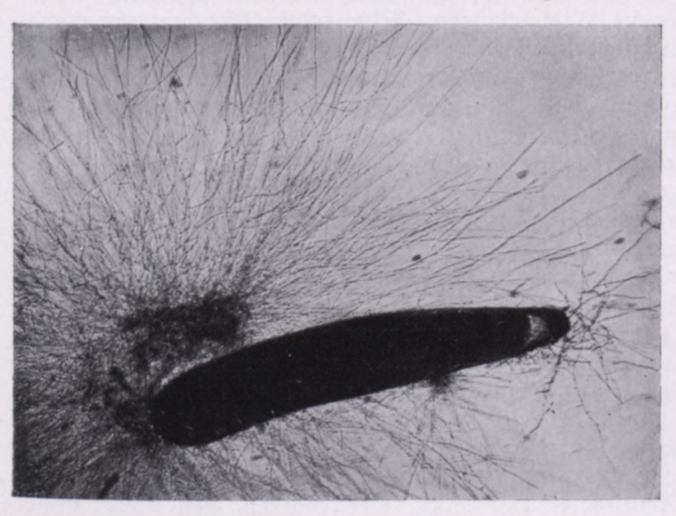


Abb. 263. Das gleiche Ei wie in Abb. 262 nach 24 stündigem Aufenthalt in der feuchten Kammer. Die Oidien sind zu normalen Hyphen ausgekeimt. Nach Francke-Grosmann

Die Buchnersche Vermutung, daß die Larven sich die Enzyme zur Holzverdauung nutzbar machen, konnte nicht

bestätigt werden. Inwieweit die Pilze bei der Ernährung der *Sirex-* und *Paururus*-Arten eine Rolle spielen, müßte durch weitere Untersuchungen über die Entwicklung der Larven in stärker oder schwächer verpilztem Holz aufgeklärt werden.

Bei *Tremex* dagegen dürfte kein Zweifel bestehen, daß der Pilz als Nahrungsfaktor stark ins Gewicht fällt. Die *Tremex*-Larve lebt in einem stark verpilzten, mit Mycelteilen vollgestopftem Holz und obwohl sie wie alle übrigen Holzwespenlarven die Gänge nicht frei von Bohrmehl hält, sondern ihr Genagsel hinter sich fest in die Gänge preßt und diese ausfüllt, kann man fast von einer Art „Ambrosiazucht" reden, da Mycelteile der äußerst raschwüchsigen Pilze in die Larvengänge einwachsen können und dort von den Larven abgeweidet werden. Die Annahme, daß Holzpilze bei der Ernährung der *Tremex*-Larven eine Rolle spielen, wird auch durch die Tatsachen gestützt, daß einmal die Länge der *Tremex*-Gänge bei gleichgroßen Wespen weit kürzer ist als die von *Sirex* und *Paururus*, und daß sodann die Entwicklung von *Tremex* rascher vor sich geht (in 1—2 Jahren) als die der Nadelholz bewohnenden Holzwespen. „Alle diese Beobachtungen deuten darauf hin, daß den Larven von *Tremex* ein gehaltvolleres Futter zur Verfügung steht als den Larven von *Paururus* und *Sirex*, und zwar in so auffallender Weise, daß dieses Mehr an Nährstoffen sich nicht nur durch etwa verschiedenen Gehalt an verdaulichen Stoffen in Nadel- und Laubholz erklären läßt."

Die Annahme, daß die Holzwespenlarven Pilzhyphen als Nahrungsquelle ausnützen, erklärt auch vielleicht das oben geschilderte Rückfressen durch das Genagsel der vorher angelegten Larvengänge (siehe oben S. 253). Die Larven verwerten dabei vermutlich das sich in dem Genagsel entwickelnde Pilzmycel als eine leicht zu erreichende Nahrungsquelle. Nach alledem scheint jedenfalls kein Zweifel darüber vorzuliegen, daß wir es bei der Lebensgemeinschaft der Holzwespen mit den Pilzen tatsächlich mit einer, allerdings in bezug auf die Pilzart sehr lockeren Symbiose zu tun haben, deren Auswirkung für das Insekt bei *Paururus* und *Sirex* noch nicht völlig geklärt ist, die jedoch bei *Tremex* deutlich als Ernährungssymbiose zu erkennen ist. Dabei haben sich die ursprünglich als Schmierorgane angelegten Intersegmentaltaschen als „Symbioseorgane" entwickelt.

Der Vorteil der Symbiose für die Pilze besteht in einer Übertragung der Oidien in neue Wirtspflanzen. Eine solche Übertragung macht die Bildung von Fruchtkörpern überflüssig, und so ist nicht unwahrscheinlich, daß durch eine dauernd vegetative Vermehrung den eigentlichen *Sirex*-Pilzen die Fähigkeit zur Fruchtkörperbildung verloren gegangen ist, während solche, die nur gelegentlich den Holzwespen vergesellschaftet sind, diese Fähigkeit noch nicht verloren haben.

Daß die hier geschilderte Symbiose der Holzwespe mit holzzerstörenden Pilzen eine Erhöhung des Sirexschadens bedeuten kann, ist ohne weiteres klar (s. unten S. 266).

Als **Feinde der Holzwespen** sind einmal die Spechte zu nennen und sodann einige Hymenopteren-Parasiten.

Scheidter (1923) schreibt den Spechten eine ziemlich hohe Bedeutung als Mortalitätsfaktor zu. „Im Frankenwald sind bei dem starken Vorkommen der Holzwespen die von diesen besetzten Stämme mitunter außerordentlich stark behackt auf Larven. Auch hier muß wieder der Spürsinn der Spechte bewundert werden, die bei ihren Einschlägen ganz genau die Stelle finden, unter der die Larve im Holz frißt, selbst wenn diese mehrere Zentimeter tief sitzt. Der Nutzen, den diese Vögel ausüben, ist nicht zu unterschätzen[1])." Chrystal dagegen ist bezüg-

[1]) Wir besitzen in der Münchener Sammlung einige sehr schöne Fraßstücke von *Sirex*, bei denen die Spechteinschläge zu den *Sirex*-Larvengängen führen.

lich des Wertes der Spechte als Vernichtungsfaktor der Holzwespenlarven und -puppen etwas skeptischer. Er meint, daß die Spechteinschläge nicht tief genug gingen, und daß sie mehr anderen gleichzeitig mit *Sirex* vorkommenden Schädlingen (vor allem Bockkäferlarven) gelten. Er beruft sich dabei auch darauf, daß bei Magenuntersuchungen nur ganz selten Reste von Siriciden-Larven festgestellt werden konnten.

Weit wichtiger als die Spechte und wirksamer als Mortalitätsfaktor sind die Parasiten (Schlupfwespen und „Gallwespen“):

Unter den Schlupfwespen spielen die Angehörigen der Pimplinen-Gattungen Rhyssa Grav., Thalessa Holmgr. und Ephialtes Grav. die Hauptrolle. Es sind durchwegs sehr große und auffallende Tiere, ja die größten Schlupfwespen überhaupt. Können doch die ♀♀ bis zu 10 cm lang werden, wobei der Legebohrer die doppelte Länge des Körpers erreichen kann. Die ♀♀ dieser großen Schlupfwespen sieht man während des ganzen Sommers, vor allem aber von Juni bis August auf Baumstämmen herumlaufend oder mit der Eiablage beschäftigt. Das Aufsuchen des geeigneten Platzes und die merkwürdigen Stellungen, die die Wespen bei der Eiablage einnehmen, sind mehrfach beschrieben (Dingler 1923, Baer, Chrystal und Myers 1928), worüber unten im Kapitel über Schlupfwespen ausführlich berichtet wird. Daß die Wespen die *Sirex*-Larven mehrere Zentimeter tief durch das Holz hindurch spüren und ausfindig machen, ist eine sehr auffällige Tatsache, über die schon manches geschrieben wurde. Zweifellos spielt der Geruchsinn eine Hauptrolle beim Aufsuchen des Opfers, doch meint Chrystal, daß das ♀ „by an ensemble of sensory cues, including, especially in the preliminary stages of the search, ones of the visual nature“.

Angesichts des überaus dünnen und biegsamen Bohrers ist die Ansicht geäußert worden, daß die *Rhyssa*-♀♀ den Eikanal der *Sirex* benützten (Torka 1926). Nach den zahlreichen Beobachtungen Chrystals und Myers und anderer ist eine solche Annahme nicht nötig, da das *Rhyssa*-♀ durch das gesündeste Holz mit seinem feinen Bohrer sich hindurcharbeiten kann; die Dauer einer Eiablage währt etwa 20—40 Minuten.

Übrigens endet keineswegs jeder Einstich ins Holz mit einer Eiablage. Chrystal beobachtete gar nicht selten, daß *Rhyssa*-♀♀ wirkungslose bzw. „unfruchtbare“ Einstiche in Stämme machen an Stellen, wo in weiter Umgebung keine Spur von *Sirex*-Gängen zu entdecken war. Diese „unfruchtbaren“ Einstiche gehen teils nur wenige Millimeter ins Holz, teils bis zur normalen Tiefe. In einem Fall konnte ein *Rhyssa*-♀ verfolgt werden, wie es 5 Einstiche, alle ziemlich tief an einem völlig *Sirex*-freien Stammstück anbrachte. Nach Chrystals Schätzungen waren rund 90 % aller Einstiche unfruchtbar [1]).

Wohin werden die *Rhyssa*-Eier gelegt: in die Wirtslarve oder außen auf die Wirtslarve oder in die Nähe der Wirtslarve in den Fraßgang? Alle drei Möglichkeiten sind in der Literatur vertreten.

[1]) Die Häufigkeit der Fehlstiche haben sogar einige amerikanische Beobachter zu der Meinung geführt, daß die *Rhyssa*-Larven holzfressend seien. (!)

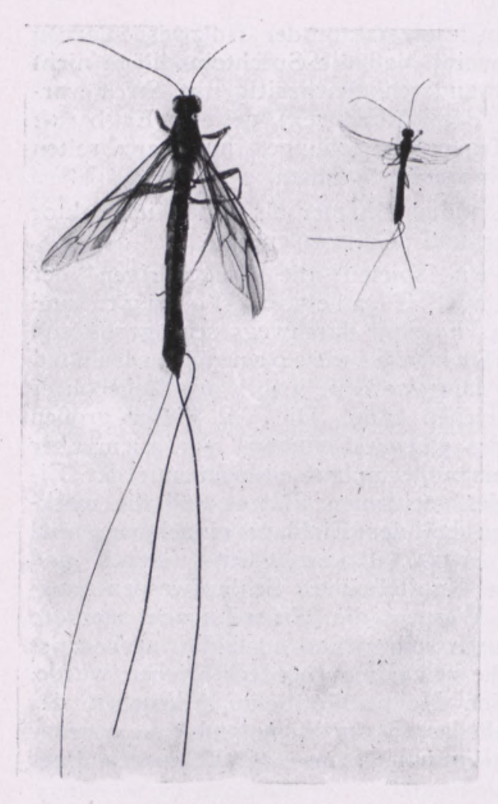


Abb. 264. *Thalessa citraria* Oliv., großes und kleines Weibchen (nat. Größe). Nach Bischoff

Riley nahm an, daß die Eier irgendwo in die Fraßgänge gelegt werden und daß die auskommenden Larven in den Gängen die *Sirex*-Larven aufsuchen. Doch steht dem entgegen, daß die Fraßgänge so dicht mit Fraßmehl angestopft sind, daß ein Wandern der Parasitenlarve darin kaum möglich ist. Andere lassen das *Rhyssa*-♀ die Eier direkt in die *Sirex*-Larven einbringen, wie aus dem so vielfach wiedergegebenen Bild aus Hesse-Doflein (Tierbau u. Tierleben 1. Aufl., Bd. II, S. 286) hervorgeht. Es würde sich dann um einen Entoparasitismus handeln. Schimitschek gibt denn auch an, daß *Ephialtes carbonarius* Christ., *Rhyssa aproximator* F. und *Thalessa obliterata* Grav. als Innenparasiten in den Larven von *Xiphydria longicollis* Geoffr. leben. Demgegenüber haben Chrystal und Myers festgestellt, daß die Eier von *Rhyssa persuasoria* L. außen an der Sirex-Larve oder auch -Puppe abgelegt werden und die Entwicklung des Parasiten ausschließlich ektoparasitisch erfolgt.

Es scheinen vor allem große fast ausgewachsene *Sirex*-Larven oder -Puppen bevorzugt zu werden. Die halbwüchsigen Larven leben ja auch viel tiefer im Holz und sind daher schwerer zu erreichen und die ganz jungen kleinen Larven würden für die Ernährung des Parasiten nicht ausreichen. Die Entwicklung der *Rhyssa*-Larve geht sehr rasch vor sich; in 5 Wochen ist die Larve ausgewachsen. Sie spinnt dann einen feinen, seidenartigen weißen Kokon, in dem sie überwintert und sich im nächsten Frühjahr verpuppt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß manche Larven ein weiteres Jahr im Kokon überliegen, so daß sie erst im übernächsten Jahr

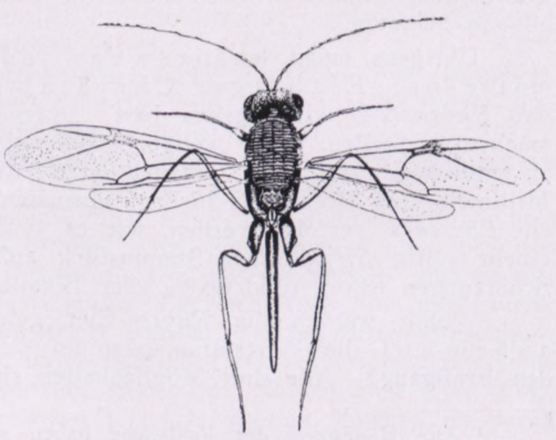


Abb. 265. *Ibalia leucospoides* Hochenw (rd. 4 mal) Nach Chrystal

herauskommen. Die Regel ist jedoch eine einjährige Generation.

Abb. 266. *Ibalia leucospoides* Hochenw. bei der Eiablage. 1 Untersuchung der Rinde, 2 Untersuchung des *Sirex*-Einstiches, 3 das Hinterleibsende wird zur Vorbereitung in die Einstichöffnung gesteckt, 4 das Hypopygium ist vorgestreckt und in die Einstichöffnung eingeführt, 5 das gleiche bei näherer Sicht, 6 die *Sirex*-Larven werden mit Eiern belegt. Nach Chrystal

Die Imagines weisen wie die Wirtstiere sehr starke Größenunterschiede auf (Abb. 264).

Als zweite wichtige Parasitengruppe der Holzwespen sind einige „Gallwespen" der Gattung Ibalia Ltr. angehörend zu nennen.

Die Ibalien gehören zu den größten Gallwespen (8—18 mm Länge) und sind so auffallend geformt und gefärbt, daß sie kaum mit anderen Insekten verwechselt werden können.

Die häufigste Art ist *Ibalia leucospoides* Hochenw.[1]) mit schwarzem glänzenden Kopf und tief mahagonibraunem Hinterleib, der so stark komprimiert ist, daß er von oben wie eine Messerklinge erscheint (Abb. 265).

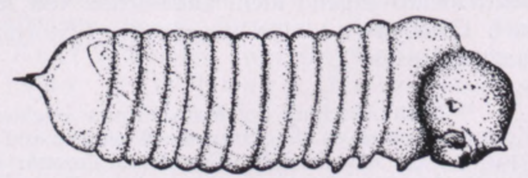


Abb. 267. Junge *Sirex*-Larve mit *Ibalia*-Ei im Innern des Körpers. Nach Chrystal

[1]) Außerdem wurden noch beobachtet *Ibalia arcuata* D. F. Kieff. (Schimitschek 1935) und *Ibalia drewseni* Bor. (Borries 1891).

Man sieht die ♀♀ von Ende August bis Anfang Oktober häufig an mit *Sirex* besetzten Stämmen mit der Eiablage beschäftigt oder nach einer passenden Stelle zur Eiablage suchen (Abb. 266). Diese ist stets die Mündung eines Sirex-Einstichkanals. Denn der Legebohrer von *Ibalia* ist haardünn und so biegsam, daß er nicht durch das Holz dringen kann (wie das bei *Rhyssa* der Fall ist). Und so ist das ♀ auf die feinen Kanäle angewiesen, die die Holzwespen-♀♀ zum Zwecke der Eiablage angelegt haben. Die Eier von *Ibalia* werden in die junge *Sirex*-Larve, die kurz vor dem Ausschlüpfen aus dem Ei steht, oder eben ausgeschlüpft ist, gelegt (Abb. 267). Wo von *Sirex* mehrere Eier in einem Kanal abgelegt werden, legen auch die *Ibalia* gewöhnlich mehrere Eier ab, meist je 1 in jedes *Sirex*-Ei oder in die Junglarve, selten deren zwei.

Die *Ibalia*-Larve macht den größten Teil ihrer Entwicklung entoparasitisch durch, wobei das 1. Stadium polypod ist und wesentlich von den folgenden Stadien abweicht (s. unten Abb. 411 A u. B).

Wenn sie ausgewachsen ist, verläßt sie die Überreste ihres Opfers und bleibt rund 6 Monate liegen, bis sie sich verpuppt. Die Puppenzeit beträgt rund 5—6 Wochen; die Imago bohrt sich ihren eigenen Weg nach außen. Die Entwicklung von Ibalia verläuft wesentlich langsamer als die von *Rhyssa* und braucht mindestens zwei, gewöhnlich drei Jahre.

Bemerkenswert ist noch, daß die ausgewachsenen *Ibalia*-Larven bzw. -Puppen in der Regel nicht weit von der Oberfläche des Stammes entfernt liegen. Es ist dies darauf zurückzuführen, daß die mit *Ibalia* besetzten *Sirex*-Larven nicht so tief ins Holz eindringen wie die gesunden, sondern mehr in den oberflächlichen Schichten bleiben.

Chrystal kommt bezüglich der Wirksamkeit der beiden Hauptparasiten zu folgendem Schluß: *Ibalia* belegt bereits die jungen *Sirex*-Larven, wodurch deren Aktivität als Holzzerstörer herabgesetzt wird. *Rhyssa* dagegen greift erst die mehr oder weniger ausgewachsenen *Sirex*-Larven an, die ihr Zerstörungswerk schon zum großen Teil vollendet haben. *Ibalia* benützt ferner die Einstichkanäle von *Sirex* zur Eiablage, so daß Fehlablagen nur selten vorkommen dürften, während *Sirex* viele Kraft vergeudet mit unfruchtbaren Einstichen (siehe oben). So erscheint von diesen Gesichtspunkten aus die *Ibalia* der wirksamere Parasit zu sein. Andererseits ist die weit schnellere Entwicklung von *Rhyssa* (einjährig) gegenüber *Ibalia* mit mindestens zweijähriger Entwicklung als ein Plus zu bewerten, so daß die beiden Parasitengruppen als Mortalitätsfaktoren sich wohl annähernd die Waage halten. Da die von *Ibalia* besetzten Larven wegen deren Jugend nicht auch schon von *Rhyssa* belegt werden, so scheint nach Chrystal eine gegenseitige Störung bzw. ein Superparasitismus ausgeschlossen [1]).

---

[1]) Nach Abschluß des Manuskriptes erschien eine Arbeit von H. S. Hanson (Ecological notes on the *Sirex* wood waspes and their parasites. Bull. Ent. Res. 30, 1930, 27—65, Taf. I—VI). Der Autor kommt in einigen Punkten zu Resultaten, die von denen Chrystals abweichen. Nach Hanson ist *Rhyssa* der *Ibalia* in seiner Wirkung wesentlich überlegen. Schon aus dem Grunde, da eine Generation von *Sirex* drei Generationen von *Rhyssa*, aber nur eine Generation von *Ibalia* zu erzeugen vermag. Ferner wurden von Hanson auch Super- und Hyperparasitismus beobachtet. Nicht selten wurden *Rhyssa*-Larven in von *Ibalia* besetzten *Sirex*-Larven angetroffen, wobei die *Ibalia* vernichtet wurde. Der *Rhyssa*-Befall erreicht

Außer den oben angeführten Hauptparasiten werden noch verschiedene andere Schlupfwespen als Siriciden-Schmarotzer angeführt. So nennt Schimitschek (1935) noch die beiden Pimplinen *Xylonomus filiformis* Ratz. und *Xorites nitens* Gr. als Parasiten von *Xiphydria longicollis* Geoffr., und in verpuppungsreifen Larven hat er zahlreiche (bis zu 48) Larven des Chalcididen *Pteromalus xiphydriae* Fahr. gefunden, die die Wirtslarve zum größten Teil ausgefressen hatten. Die Verpuppung erfolgte dicht neben und übereinander in und neben den letzten Resten der *Xiphydria*-Larven. Eine nahverwandte *Pteromalus*-Art, *Pt. meysinki* Ratz. wurde aus *Xiphydria camelus* gezogen.

Die Frage nach der **forstlichen bzw. wirtschaftlichen Bedeutung der Holzwespen** ist nach zwei Richtungen hin zu untersuchen:

1. Nach der physiologischen Schädigung (beim Befall lebender Bäume).
2. Nach der technischen Entwertung des Holzes.

Was die physiologische Schädigung betrifft, so ist diese zunächst danach zu beurteilen, daß die Holzwespen in der Regel nur kränkelnde oder absterbende Bäume befallen. Da aber durch die Art des Larvenfraßes nur wenig lebenswichtige Organe zerstört werden, so bedeutet der Holzwespenbefall durchaus nicht — wie es bei den anderen sekundären Insekten, wie z. B. bei Bock- oder Borkenkäfern der Fall ist — stets eine starke Beschleunigung des Absterbens. Ein von Holzwespen z. B. an Schälstellen befallener Baum lebt oft noch Jahrzehnte, wenn er nicht durch Sturm an der von zahlreichen Larvengängen durchzogenen Region gebrochen wird. Letzteres ist allerdings häufig der Fall: Schälwunden mit *Sirex*-Fluglöchern sind eine sehr häufige Erscheinung, und an ihnen finden sich bei Windbruch meist auch die Bruchstellen.

Neben dieser mechanischen Schädigung kann dem Baum noch ein nicht unerheblicher Schaden durch Übertragung von holzzerstörenden Pilzen in Wunden und absterbende Baumteile zugefügt werden, wenn auch die Frage, ob es sich hier im allgemeinen um Pilze handelt, die gelegentlich auch lebendes Gewebe des befallenen Baumes zum Absterben bringen können, noch offengelassen wird (Francke-Grosmann).

Was den technischen Schaden betrifft, so überwiegt dieser bei weitem den physiologischen. Er besteht in einer Entwertung des Holzes durch die Larvengänge, die je nach der Zahl und Ausdehnung derselben einen mehr oder minder großen Verlust für den Holzhändler bedeutet. Wird der Befall vor der Verwendung erkannt, so sind die Balken und Bretter usw. für viele Zwecke auszuschalten. Häufig aber wird der Befall übersehen, da die Gänge dicht und fest mit gleichgefärbtem Bohrmehl angefüllt sind. Es werden dann die Balken usw., in denen sich die Entwicklung der Holzwespen bis zur Imago fortsetzt, eingebaut. Die Folge davon ist, daß einige Zeit (ein oder zwei bis vier oder fünf Jahre) nach Fertigstellung des Baues Holzwespen

---

nach Hanson die höchste Ziffer in dünnerem Material von 6—7 cm Durchmesser, da *Rhyssa* in diesem Fall die *Sirex*-Larven in den drei oder mehr Jahren ihrer Entwicklung mit ihrem Legebohrer erreichen kann, während in starkem Holz die *Sirex*-Larven in späteren Stadien außerhalb der Reichweite des *Rhyssa*-Bohrers sind. Hanson verfolgte über einen Zeitraum von 7 Jahren einen Stamm, in dem drei Bruten von *Sirex* sich entwickelten. Dabei ergaben sich drei Generationen von *Ibalia* und 5 Generationen von *Rhyssa*, was in einer sehr übersichtlichen Tabelle des näheren dargestellt wird.

aus der Decke, dem Boden, den Türbalken oder Dachbalken herauskommen und den Hausbesitzer in Angst und Schrecken versetzen, in der Meinung, daß die Holzteile ähnlich wie vom Hausbock (*Hylotrupes bajulus*, siehe Bd. II) und anderen Holzschädlingen durch diese auffallenden Tiere völlig zerstört werden könnten. Anfragen dieser Art gelangen jedes Jahr in großer Anzahl an uns. Daß diese Besorgnis unbegründet ist, geht aus der oben angegebenen eingehend geschilderten Bionomie der Holzwespen ohne weiteres hervor. Mit dem Ausschlüpfen der Wespen ist der Fall erledigt. Eine neue Infektion desselben Balkens oder desselben Brettes, wie sie beim Hausbock oder bei den Anobien die Regel ist, kommt hier nicht vor. Die Schlupflöcher können durch Verstopfen mit Kitt und Überstreichen mit Farbe usw. wieder unsichtbar gemacht werden. Da ferner der Befall mit Fraßgängen für gewöhnlich nicht so dicht ist, daß die Tragfähigkeit des Balkens usw. darunter leidet, so wird im allgemeinen kein größerer Schaden entstehen.

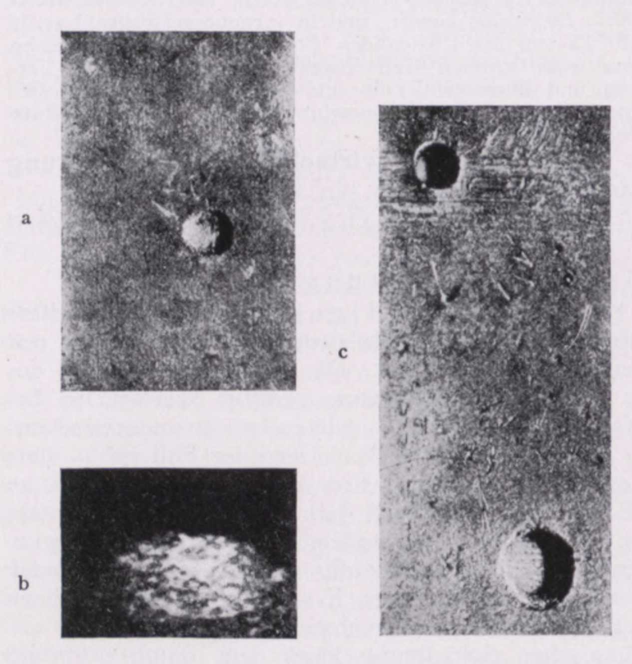


Abb. 268. *Sirex*-Fraß in Bleiplatten. a Anfangsstadium der Nagetätigkeit, b Skulptur (Nagespuren) eines Fraßganges in Blei. c Bleiplatte mit 2 Schlupflöchern. Nach Pax

Man hat allerdings schon verschiedentlich darauf hingewiesen, daß mitunter Fäulniserscheinungen an verbautem *Sirex*-Holz auftreten können. Man brachte dies damit in Zusammenhang, daß durch die Fluglöcher Feuchtigkeit ins Innere des Holzes dringt und dort Fäulnis verursacht (Knuchel 1934). Nach den Forschungen von Francke-Grosmann über die Symbiose der Holzwespen mit holzzerstörenden Pilzen, die sich in der Form von Oidien auch im ausgetrockneten Holz noch längere Zeit am Leben erhalten können, muß angenommen werden, daß bei verbautem Holzwespenholz zunächst immer die Gefahr der Fäulnis gegeben sein wird, wenn dieses Holz einer Feuchtigkeit ausgesetzt ist, die den *Sirex*-Pilzen Entwicklungsmöglichkeiten gibt. Daß dieselben bisher in dem verfaulten Holzwespenholz noch nicht aufgefunden wurden, mag damit zusammenhängen, daß sie keine Fruchtkörper bilden und somit schwer zu identifizieren sind.

Ein weiterer, mehr indirekter Schaden kann dadurch verursacht werden, daß die Wespen auch die eventuell dem Holz aufliegende Bedeckung oder Bekleidung durchnagen, um nach außen zu kommen. So wurde denn nicht selten der Linoleumbelag oder die Tuchbespannung des Bodens oder Teppiche von den ausschlüpfenden Wespen durchlöchert. Ja, auch weiches Metall wie Blei bildet kein Hindernis. Die kräftigen Mandibeln vermögen auch die dickeren Bleiplatten zu durchnagen. Allerdings geht die Arbeit hier etwas langsamer als im Holz. Hart schätzt die Zeit, die zum Durchnagen einer 4 mm starken Bleiplatte erforderlich ist, auf 48 Stunden. Man kann den Fraß im Blei deutlich an den Nagespuren in den Wänden des Bohrkanals erkennen (Abb. 268). Besonders verhängnisvoll kann die Bleidurchlöcherung in chemischen Industrien werden, wo mit Blei verkleidete Holzkästen (Bleikammern) benötigt sind, wie z. B. in Schwefelsäurefabriken.

In der Literatur sind eine ganze Reihe von Fällen aufgeführt, in denen durch *Sirex*-Fraß auf diese Weise Schaden entstanden ist (siehe hierüber F. Pax, 1921). In einer schlesischen Schwefelsäurefabrik mußten über 100 000 RM aufgewendet werden, um dem Übel zu begegnen. Es wurde zwischen Holz und Bleiwand vorübergehend eine Schutzschicht von Eisenblech eingeschaltet, durch welches die Wespen sich nicht durchbohren können. Außer diesen Ausgaben erwuchs der Firma ein Produktionsausfall von vielen Hunderttausenden Reichsmark.

Auch in anderer Weise kann der Bleifraß der Holzwespen Schaden anrichten. So berichtet Hartmann (1891) einen Fall, in dem eine Siricidenlarve in der Wand eines Bleirohrs eine Leckstelle verursacht hat; und im Krimkrieg wurden von *Paur. juvencus* L., die sich aus den Wänden von Patronenkisten nach innen durchgefressen hatten, Bleikugeln seitlich durchfurcht oder durchnagt[1]).

Eine direkte Bekämpfung der Holzwespen im Sinne einer Abtötung, vor allem der im Holz befindlichen Larven, ist nach dem heutigen Stand unseres Wissens nicht durchführbar. In Neuseeland sucht man die dort eingeschleppten Holzwespen durch Einfuhr ihrer Hauptparasiten (*Rhyssa* und *Ibalia*) zu bekämpfen, wie es scheint, nicht ohne Erfolg.

Der Vorschlag, im Hinblick auf die sekundäre Natur der Holzwespen alles irgendwie geschädigte oder unterdrückte Baummaterial zu entfernen, kann schon aus dem Grund keinen durchschlagenden Erfolg haben, weil die Holzwespen ja auch frische Stöcke zur Eiablage benutzen. Und wollte man alle Bäume mit Schälwunden oder anderen Schäden, an denen die Eiablage mit besonderer Vorliebe stattfindet, entfernen, so würden in manchen Revieren nur wenig Bäume übrig bleiben. Es wäre dies auch deshalb unwirtschaftlich, da ja die Stämme mit Schälschäden und *Sirex*-Fraß noch Jahrzehnte leben können, mit annähernd normalem Zuwachs. So wird also mit der hauptsächlich von Altum empfohlenen reinlichen Wirtschaft im Walde als Gegenmaßnahme gegen *Sirex* nur wenig auszurichten sein. Dagegen ist der von Ratzeburg gemachte Vorschlag, nämlich Abfahren des Holzes, besonders der völlig gesunden und hochwertigen Stämme, vor der Flugzeit nur zu empfehlen (Scheidter).

Um technische Schäden, wie wir sie oben geschildert haben, zu vermeiden, ist von den Holzhändlern, bzw. den Bearbeitern auf das

---

[1]) Um vor Irrtümern zu bewahren, muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß auch andere Insekten Blei durchnagen können, wie vor allem einige Bockkäfer, *Hylotrupes bajulus* u. a.

Vorhandensein von etwaigen Fluglöchern oder Larvengängen zu achten, besonders wenn das Holz aus einem Gebiet stammt, wo *Sirex* stark auftritt. Wo letzteres der Fall ist, sollte der Holzabnehmer vom Verwaltungsbeamten aufmerksam gemacht werden. Nun sind aber die Larvengänge, wie oben schon betont, durchaus nicht so auffallend, daß sie etwa nicht übersehen werden könnten. Im Gegenteil, sie sind hier leicht zu übersehen, da sie mit gleichgefärbtem Bohrmehl so dicht und fest vollgestopft sind, daß sie auch auf der Schnittware sich oft kaum vom gesunden Holz abheben. Wo allerdings besonders auf die Möglichkeit des Vorkommens hingewiesen und eine große Anzahl von Fraßgängen vorhanden ist, kann die Infektion vom Holzbearbeiter zweifellos unschwer gefunden werden. Im übrigen soll in gewissen Fällen, wie bei der Herstellung von Bleikammern jedes dazu verwandte Holz genauestens auf Vorkommen von *Sirex* und anderen Holzinsekten untersucht werden.

Bei allen *Sirex*-Schäden, in Häusern, Möbeln, Fabrikanlagen usw. tritt immer wieder die Frage nach der Verantwortung bzw. Ersatzpflicht auf. Die Frage ist schwer und jedenfalls nicht allgemeingültig zu beantworten. Die *Sirex*-Infektion ist, wenn noch kein Ausflug stattgefunden hat, für den Holzhändler beim Einkauf sehr schwer zu erkennen, da die Einstiche sehr klein sind. Wo ein massenhaftes Vorkommen von *Sirex* beobachtet ist, hat der Holzproduzent den Holzkäufer auf die Möglichkeit eines *Sirex*-Befalls aufmerksam zu machen, das gleiche hat der Holzhändler dem Holzverarbeiter (Schreiner, Zimmermann usw.) gegenüber zu tun. Der aufmerksam gemachte Holzbearbeiter hat, wenn er Gänge festgestellt hat, die befallenen Holzteile vor der Verwendung als Bauholz oder zur Herstellung von Möbeln usw. auszuschließen. Anders liegt der Fall, wenn das Holz aus einem Revier stammt, wo kein auffallendes *Sirex*-Vorkommen beobachtet wurde, so daß weder der Forstmann noch der Holzhändler noch der Holzbearbeiter zu einem Verdacht auf *Sirex*-Infektion Veranlassung hatten. Hier kann, wenn nachträglich *Sirex*-Wespen aus eingebautem Holz herauskommen, schwerlich eine beabsichtigte Unterlassung nachgewiesen werden, so daß die Schuldfrage meist ungelöst bleibt. So werden auch die Holzwespenprozesse, in denen der Geschädigte auf Ersatz klagt, meist zu keiner Entscheidung, sondern zu einem gütlichen Vergleich führen.

4. Familie Cephidae und 5. Familie Oryssidae

Beide Familien enthalten nur wenig Gattungen und Arten. Sie wurden verschiedentlich zu den Siriciden gestellt; sie sind jedoch von diesen durch eine Reihe von Merkmalen so sehr unterschieden, daß sie als Vertreter von eigenen Familien gelten können.

Die *Cephidae* sind durch die Form des Pronotums und durch ihre sehr schlanke, zylindrische Gestalt ohne weiteres zu erkennen (Abb. 269 A). Unter ihnen tritt besonders eine Art, *Cephus pygmaeus* L. (Getreide-Halmwespe) landwirtschaftlich recht schädlich auf, indem die Larve die Halme von Roggen und Weizen aushöhlt. Die Folge ist, daß die Halme vorzeitig weiß werden und die Ähren taub bleiben.

Die *Oryssidae* sind besonders durch ihr Flügelgeäder (Abb. 269 B) ausgezeichnet (nur 1 Radial- und 2 Cubitalzellen), ferner durch die Fühler, die 11gliedrig sind, mit dickem Basalglied, und die unterhalb des Clypeus und der Augen entspringen. In Deutschland nur 1 Gattung, mit einer recht seltenen Art *Oryssus*

abietinus Scop., von auffallender Färburg (schwarz, Hinterleib vom 3. Segment an rot, Vorderflügel mit fleckenartiger brauner Binde). Die Bionomie dieser Art ist





A B

Abb. 269. A *Cephus pygmaeus* L. (Getreidehalmwespe) nach Ries (aus Reh) ($3^1/_2$ mal), B *Oryssus abietinus* Scop. (2 mal)

noch nicht bekannt. Eine nordamerikanische Art lebt parasitär an Buprestidenlarven und so dürfte auch unsere Art zum Parasitismus übergegangen sein. Die ganze Organisation deutet darauf hin. Dieser Übergang von der phythophagen zur carnivoren Lebensweise steht unter den Symphyten einzig da, während bei den Gall- und Schlupfwespen ein Wechsel der Ernährungsweise weit häufiger vorkommt. Unsere Art, *O. abietinus* Scop., wurde aus *Alnus* und *Fagus* gezogen (nicht aus Fichte), wo sie wohl bei einem der dort vorkommenden Insekten parasitiert.

Literatur

über Siriciden

Aß, M., und Funtikow, G., 1932, Über die Biologie und technische Bedeutung der Holzwespen. Z. f. ang. Ent. *19,* 557—578.

Baer, W., 1910, Über *Paururus juvencus* L. Thar. Forstl. Jahrb. *61,* 95—96.

Barbey, A., 1922, Le *Sirex* et son parasite. Journ. for. suisse.

Baumann, C., 1924, Über den Bau des Abdomens und die Funktion des Legeapparates von *Thalessa leucographa.* Zool. Anz. *108,* 149—162.

Borries, H., 1889, Om Forekomst og Nidbredelse af skadelige Insekter i Danske Naaleskove. Tidskr. for Skovbrug. *11,* 38—91.

— — 1891, Om Slaegten *Ibalia* Latr. Ent. Medd. Kopenhagen *3,* 53—57.

Cartwright, K. St. G., 1938, A further Note on Fungus Association in the *Siricidae.* Ann. Appl. Biol. *25,* 430—432.

Chrystal, R. N., 1928 a, The *Sirex* Wood-Wasps and their importance in Forestry. Bull. Entom. Res. *19,* 219—247 (mit 3 Taf.).

— — 1928 b, The *Sirex* Woodwasps and their parasites. Emp. Forest. Journ. *7,* 145—151 (mit 3 Taf.).

Chrystal, R. N., and Myers, J. G., 1928, Natural enemies of *Sirex cyaneus* Fabr. in England and their life history. Bull. Entom. Res. *19,* 67—77 (mit 1 Taf.).

— — 1930, Studies of the *Sirex* Parasites. Oxford For. Mem. No 11.

Escherich, K., 1938, Gallwespen (Cynipiden) als Insektenparasiten. Z. f. ang. Ent. *24,* 651—653.

Francke-Grosmann, H., 1939, Über das Zusammenleben von Holzwespen *(Siricinae)* mit Pilzen. Z. f. ang. Ent. *25,* 647—680.

Hanson, H. S., 1939, Ecological notes on the *Sirex*-Woodwasps and their parasites. Bull. Ent. Res. *30,* 27—66, Taf. I—VI.

Hart, B., 1906, The boring capabilities of a wood insect, with particular reference to its penetration of sheet lead. Journ. Soc. chem. Ind. *25.*

Leisewitz, W., 1897, Versuch einer Zusammenstellung der Holzwespen nach ihren Wirtspflanzen. Forstl. nat. Ztschr. *7,* 439—442.

— — 1898, Ein Beitrag zur Biologie der Holzwespe *Xiphydria dromedarius* F. an Ulme. Ebenda *8,* 207—224.

Pax, F., 1921, Beobachtungen über Beschädigungen von Bleikammern durch Holzwespen. Jahresheft Ver. schlesischer Insektenkde. Breslau, 12 S. und 1 Taf.
Scheidter, Fr., 1923, Zur Lebensweise unserer Holzwespen. Z. Schädlingsbek. *1*, 89—98.
— — 1934, Eiablage von *Sirex augur* Klg. und *Paururus noctilio* F. (Forstentomologische Beiträge Nr. 36). Z. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz *44*, 513—518.
Schimitschek, E., 1935, *Xiphydria longicollis* Geoffr., Eichenholzwespe (Forstschädlingsauftreten in Österreich 1927—1933 Nr. 87). Ctrbl. f. d. ges. Forstw. *61*, 210—214.
Torka, V., 1926, Beobachtungen über die Eiablage von *Sirex spectrum* L. und den Schmarotzer *Rhyssa persuasoria* L. Anz. Schdlkde. *2*, 166.
Uhlmann, E., 1932, Zur Biologie und Bekämpfung der Holzwespe *Paururus juvencus* L. Mitt. Ges. Vorratsschutz *8*, 65—68.
Zirngiebl, L., 1933, Holzschäden durch die Riesenholzwespen *Sirex gigas* L. und *Paururus juvencus var. noctilio* F. Pfälz. Museum *50*, 24—26.
— — 1939, Veränderungen am Flügelgeäder von *Xiphydria prolongata* Geoffr. Abh. Nat. Ver. Bremen *31*, 106—108.

II. Unterordnung Terebrantia (Parasitica)

Schlupf- und Gallwespen

Die Terebrantia besitzen eine deutliche Einschnürung zwischen Brust und Hinterleib („Wespentaille"). Hinterbeine mit doppeltem Schenkelring bzw. einem auf den Trochanter folgenden Schenkelschnürring („Ditrocha"). Flügelgeäder nicht so vollständig wie bei den Symphyten, oft sehr (bis auf einige Aderrudimente) reduziert. Legebohrer sehr verschieden ausgebildet, frei oder versenkt, aus 3 feinen getrennten Anhängen bestehend. Abdomen wie überhaupt der ganze Körper sehr mannigfaltig gestaltet. Es gehören hierher die kleinsten überhaupt bekannten Insektenarten *(Trichogramma, Mymar)*, andererseits Formen, die inklusive des Legebohrers eine Länge von 10 cm erreichen.

Die Larven der meisten Terebrantia leben parasitisch in anderen Insekten, ein Teil auch phytophag und gallenerzeugend. Sie sind dementsprechend ganz anders gebaut wie die meist freilebenden Larven der Symphyten: weich, weißlich, augenlos und beinlos.

Für uns kommen folgende 7 Familien [1]) in Betracht:

1. Ichneumonidae, Schlupfwespen s. str.
2. Braconidae, Brackwespen
3. Aphidiidae, Blattlauswespen
4. Chalcididae, Zehr- oder Erzwespen
5. Proctotrupidae, Zwergwespen
6. Evaniidae, Hungerwespen

(1.–6.: Schlupfwespen im weiteren Sinn oder Entomophaga)

7. Cynipidae, Gallwespen

Die ersten sechs Familien werden, besonders in der angewandt-entomologischen Literatur, vom biologischen Standpunkt aus, gewöhnlich als „Schlupfwespen" im weiteren Sinn oder Entomophaga zusammengefaßt, da sie in ihrer parasitischen Lebensweise und in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung sich zum weitaus größten Teil gleichsinnig verhalten.

Übersicht über die wichtigsten Familien der Terebrantia

1 Flügelgeäder [2]) mehr oder weniger reich entwickelt, meist mit vielverzweigter Nervatur, in der Regel mit einigen geschlossenen Zellen (Abb. 270). Fühler nicht gekniet . . . 2

---

[1]) Die hier genannten Familien entsprechen ungefähr den Handlirschschen Überfamilien.

[2]) Wo keine Flügel vorhanden sind, lassen sich die Familien folgendermaßen gegenüberstellen:

1 Fühler nicht gekniet 2
— Fühler gekniet 4
2 Fühler mit höchstens 16 Gliedern, Körper kurz und gedrungen, Abdomen mehr oder weniger scharf seitlich zusammengedrückt . . . . Cynipidae
— Fühler mit mehr als 16 Gliedern; Abdomen nicht oder weniger scharf zusammengedrückt 3
3 Rückensegmente 2- und 3gelenkig verbunden, die übrigen nicht . . . Ichneumonidae
— Alle Rückensegmente miteinander ungelenkig verwachsen . . Braconidae
4 Legebohrer entspringt vor der Hinterleibsspitze. Kleine bis kleinste meist bunt oder metallisch gefärbte Formen . . . . Chalcididae
— Legebohrer entspringt aus der Hinterleibsspitze. Kleinste meist dunkel gefärbte Formen . . . . Proctotrupidae

— Flügelgeäder mehr oder weniger stark reduziert, oft nur noch längs des Vorderrandes entwickelt (Abb. 289). Fühler gekniet oder einfach 6
2 Der gestielte Hinterleib oben am Rücken des Thorax (weit entfernt von den Hinterhüften) eingefügt (Abb. 288). Nur wenige Gattungen und Arten, meist von auffallender Körpergestalt . . . . **Evaniidae** (Hungerwespen)
— Hinterleib unten am Hinterende des Thorax (dicht über den Hinterhüften) sitzend 3
3 Vorderflügel mit deutlichem Randmal (Stigma) 4
— Vorderflügel ohne Randmal (Stigma). Radialzelle dreieckig, Fühler nie gekniet, mit höchstens 16 Gliedern, meist kleinere Formen mit seitlich zusammengedrücktem Hinterleib. Bohrer meist weit in das Innere zurückgezogen. Leben in Gallen oder als Parasiten . . . . **Cynipidae** (Gallwespen)
4 Vorderflügel mit 2 rücklaufenden Nerven (Abb. 270). Die 1. Cubital- und 1. Discoidalzelle meist nur zu einer einzigen Zelle, der „Discocubitalzelle" verschmolzen. Zahlreiche größere und große, oft sehr buntgefärbte Arten in rund 300 Gattungen . . . . **Ichneumonidae** (Echte Schlupfwespen)
— Vorderflügel mit nur 1 rücklaufenden Nerv (Abb. 278). Meist kleinere Tiere 5
5 Verbindung zwischen den Hinterleibssegmenten durch eine dehnbare Haut gebildet, so daß der Hinterleib nach unten eingeschlagen werden kann. Hinterleib deutlich gestielt, Bohrer kurz. Fühler in der Regel nach vorn gestreckt und abwärts gekrümmt. Flügelgeäder meist unvollständig (Abb. 282). Kleine Arten, die in Blattläusen leben . . . . **Aphidiidae** (Blattlauswespen)
— Das 3. und 4. Hinterleibssegment miteinander verschmolzen und daher nicht gegeneinander beweglich. Fühler mit anderer Haltung. Bohrer bei vielen Arten mehr oder weniger lang. Flügelgeäder meist vollständiger (Abb. 280). Sehr artenreich und vielgestaltig . . . . **Braconidae** (Brackwespen)
6 Legebohrer des ♀ entspringt vor der Hinterleibsspitze an der Bauchseite. Fühler stets gekniet, meist mit 1—3 kleinen Gliedern (Ringgliedern) zwischen Schaft und Geißel (Abb. 283). Vorderflügel fast ohne Adern und stets ohne Stigma (Abb. 284). Körperfärbung in der Regel metallisch grün; meist sehr kleine Arten (einige der größeren Arten zeigen stark verdickte Hinterschenkel und eine andere Färbung) . . . . **Chalcididae** (Zehr- oder Erzwespen)
— Legebohrer des ♀ entspringt aus der Hinterleibsspitze selbst. Fühler gekniet oder einfach. Flügelgeäder verschieden, meist stark reduziert, doch bisweilen auch mit mehreren Adern; Stigma fehlend oder mehr oder weniger deutlich vorhanden (Abb. 289). Körperfärbung nicht metallisch, sondern meist schwarz, bisweilen auch braun oder rötlich, sehr kleine Arten . **Proctotrupidae** *(Serphidae)*

Außer den hier genannten Familien gehören zu den Terebrantien noch verschiedene andere Familien wie die Stephanidae, Agriotypidae und die Trigonalidae. Doch handelt es sich bei diesen meist um seltene Formen oder solche, die forstlich keine Bedeutung besitzen: Der mit einem langen Hals versehene, bis 17 mm große *Stephanus serrator* schmarotzt zwar bei Holzkäfern, ist aber sehr selten. Der bis 9 mm große, schwarze *Agriotypus armatus* Walk., dessen Schildchen mit einem langen spitzen Dorn bewaffnet ist, parasitiert bei den im Wasser lebenden Köcherfliegenlarven. Und *Trigonalys hahni* Spin., die einzige in Europa vorkommende Art der Familie, ist aus den Nestern von *Vespa* und *Polistes* gezogen worden; sie ist leicht zu erkennen an der schwarzen Querbinde der Vorderflügel.

Die Stellung der Trigonaliden ist übrigens umstritten. Taschenberg bringt die Familie mit den Pompiliden zusammen, andere finden eine größere Verwandtschaft mit den Mutilliden.

Wir teilen hier die *Terebrantia* aus praktischen Rücksichten in 2 Gruppen ein:

I. Die **Entomophaga,** Schlupfwespen im weiteren Sinn, die zum weitaus größten Teil parasitisch von anderen Insekten leben. Zu ihnen gehören die Familien: *Ichneumonidae, Evaniidae, Braconidae, Aphidiidae, Chalcididae* und *Proctotrupidae.*

II. Die **Cynipoidea,** Gallwespen, die vor allem durch die von ihnen erzeugten Gallen auffallen.

I. Entomophaga

Die Schlupfwespen (sensu lat.) [1]

(Ichneumonidae, Evaniidae, Braconidae, Aphidiidae, Chalcididae und Proctotrupidae)

Systematische Übersicht über die Familien

1. Familie: Ichneumonidae, Echte Schlupfwespen

Fühler nicht gekniet, borsten- oder fadenförmig, mindestens 16gliedrig; der Thorax ist eiförmig und besitzt vor allem auf dem Meso- und Metathorax eine Reihe von Leisten und Feldern, die systematisch bedeutsam sind, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden kann. — Von dem Flügelgeäder (Vorderflügel) besonders charakteristisch ist die Reduktion des Anfangsteiles des Cubitus und die dadurch eingetretene Verschmelzung der 1. Cubitalzelle mit der 1. Discoidalzelle zur Discocubitalzelle (Abb. 270), ferner die sogenannte Spiegelzelle oder Areola (2. Cubitalzelle), eine kleine Zelle, die meist die Form eines Fünfecks hat, aber auch vier- oder dreieckig sein kann; sie kann auch auf einer Seite offen sein oder auch ganz fehlen, was für die Systematik von großer Bedeutung ist. Ein Stigma (an der Vereinigungsstelle von Costa und Subcosta) ist stets vorhanden; aus ihm entspringt der Radius. — Die Beine sind ohne besondere Merkmale; die Schienen tragen am Ende innen gewöhnlich 2 Sporen, die vordersten in der Regel nur 1; Klauen einfach oder gekämmt.

Der Hinterleib kann recht verschieden geformt sein: drehrund, von oben nach unten oder seitlich zusammengedrückt („deprimiert“ oder „comprimiert“). Das

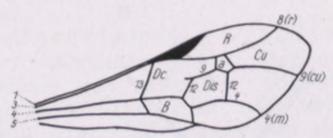


Abb. 270. Vorderflügel von *Ichneumon*. 1 Costa, 3 Subosta, 4 Medius, 5 Brachius, 8 Radius, 9 Cubitus, 12 Nervus recurrens, 13 Basal- oder Discoidalnerv. a Areola, B Brachialzelle, Cu Cubitalzelle, Dc Discocubitalzelle, Dis Discoidalzelle, R Radialzelle

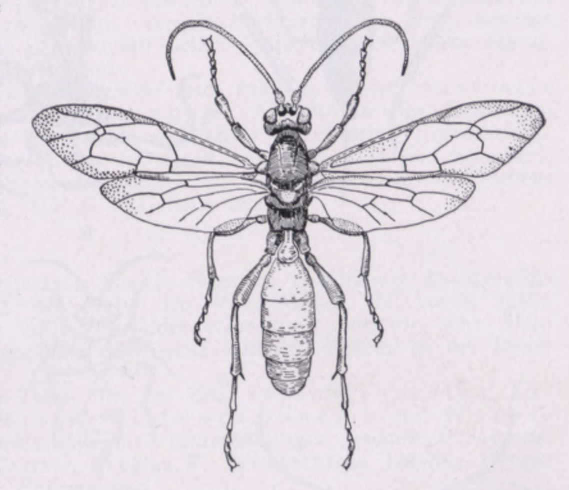


Abb. 271. Ein Ichneumonine: *Trogus lutorius* Grav. ($^1/_2$ mal)

---

[1] Die wichtigsten zusammenfassenden Werke über Schlupfwespen (hauptsächlich systematisch) sind: André, Edm., Spécies des hyménoptères d'Europe et d'Algerie. Bd. IV, V, VII, IX, X und XI. Paris 1889—1905. — Ratzeburg, J. Th. C., Die Ichneumonen der Forstinsekten. 3 Bde. 1844—1852. — Schmiedeknecht, O., Die Schlupf- und Brackwespen. In: Schröders „Insekten Mitteleuropas“, 1914. — Schmiedeknecht, O., Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas. Zweite Auflage. 1930. — In der Schmiedeknechtschen Bearbeitung von 1914 findet sich ein ausführliches Literaturverzeichnis über die Spezialliteratur der einzelnen Familien und Unterfamilien. Die Schmiedeknechtschen Werke führen meist nur bis zu den Gattungen. Wer die Arten bestimmen will, muß sich der Spezialarbeiten bedienen. Um sicher zu gehen, sendet man die gezogenen Arten am besten an einen Spezialisten; bei den kleinen Chalcididen und Proctotrupiden ist dies wohl unerläßlich. — Eine allgemeine Übersicht (hauptsächlich in bionomisch-ökologischer Hinsicht) findet sich in F. Stellwaag, Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Monographien zur angew, Entomologie Nr. 6. Berlin, Paul Parey, 1921.

1. Segment ist entweder nach vorn nur wenig verschmälert oder zu einem längeren schmalen Stiel ausgezogen; darnach unterscheiden wir einen „sitzenden" oder „gestielten" Hinterleib, zwischen welchen Extremen die mannigfaltigsten Übergänge vorkommen. Das 1. Segment des gestielten Hinterleibes ist in der Regel

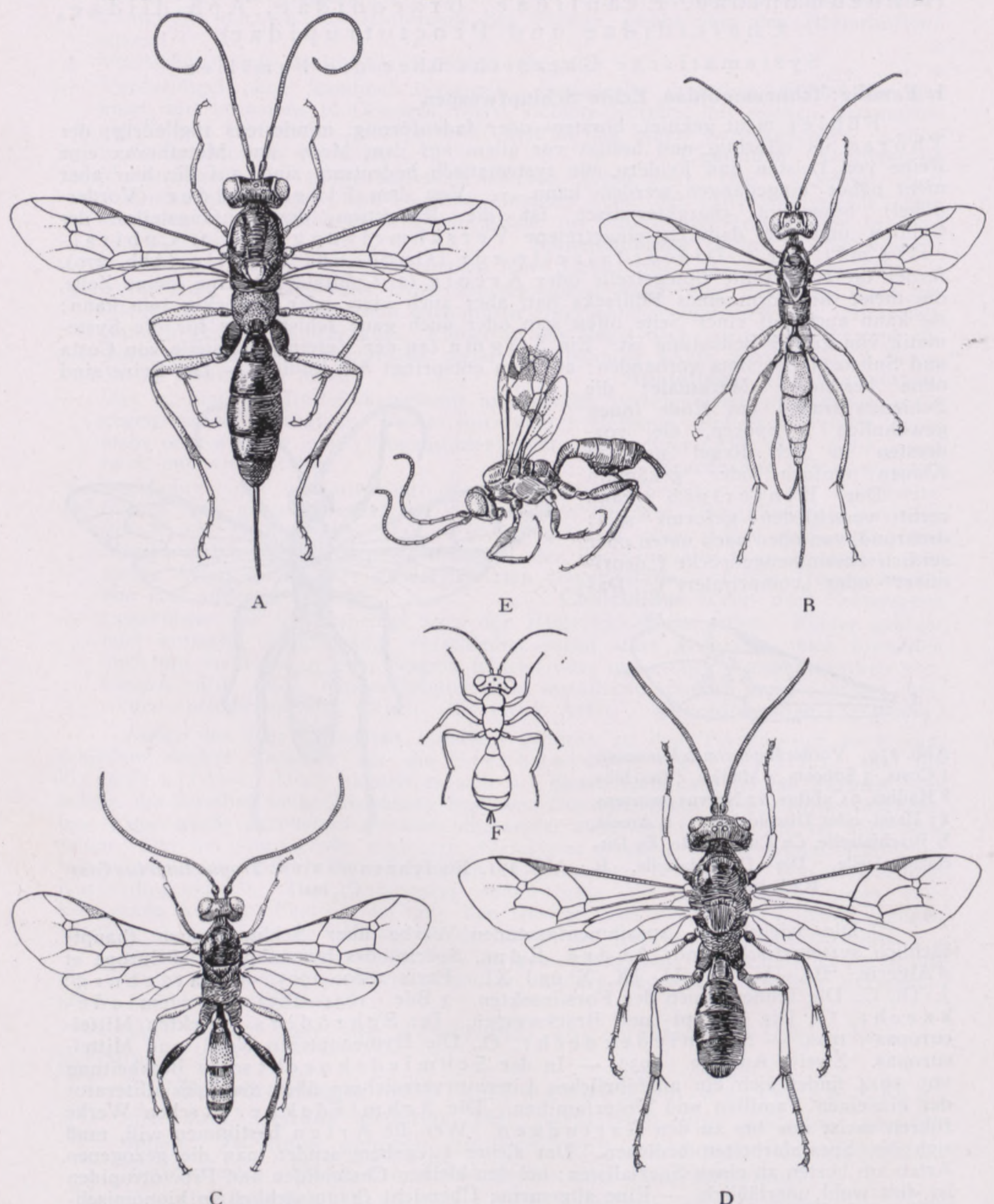


Abb. 272. Verschiedene Cryptinen: A *Cryptus viduatorius* F. (4/1), B *Mesostenus transfugus* Gr. (4/1), C *Microcryptus brachypterus* Gr. ♂ (4/1), D *Phygadeuon cephalotes* Gr. (4/1), E *Hemiteles areator* Grav. (5/1), F *Pezomachus* spec. (5/1)

hinter der Mitte gekniet und von da ab erweitert; an der Beugungsstelle treten die Luftlöcher meist knötchenartig vor. Der vordere dünne Abschnitt wird als Petiolus, der breitere hintere als Postpetiolus bezeichnet. Auch das 2. Segment hat systematische Bedeutung, insofern als bei manchen Gattungen mehr oder weniger tiefe Eindrücke an der Basis vorhanden sind. Im ganzen beträgt die Zahl der Tergite höchstens 8, von denen aber die letzten nur wenig hervortreten bzw. ineinander geschoben sind. Das 6. Bauchsegment ist in der Regel durch die Größe ausgezeichnet; es wird auch als Hypopygium oder Valvula ventralis bezeichnet. Hinter ihm tritt beim ♀ der Legebohrer hervor, dessen Länge eine sehr verschiedene sein kann. Bei manchen Arten (*Rhyssa* usw.) kann er die Körperlänge bedeutend übertreffen, während er bei anderen kurz und ganz versteckt ist. Viele Ichneumoniden, vor allem die mit kurzem Bohrer, können denselben auch als Wehrstachel benutzen und ganz empfindlich damit stechen.

Die Ichneumoniden stellen eine sehr große Familie dar, mit Tausenden von Arten, die sich auf rund 340 Gattungen verteilen. Es ist unmöglich, hier auch nur auf die wichtigsten Arten im einzelnen einzugehen. und so begnüge ich mich damit, wenigstens die 5 Unterfamilien kurz zu charakterisieren:

1. Unterfamilie Ichneumoninae

Abdomen gestielt und deprimiert, höchstens gegen das Ende etwas komprimiert. Das 1. Segment gegen das Ende gekrümmt oder knieförmig gebogen, an der Basis stielförmig verlängert, Postpetiolus meist jäh erweitert. Hinterleib dicht punktiert und matt, wenigstens in der vorderen Hälfte. Areola fünfseitig (Abb. 270), seltener vierseitig oder ganz fehlend. die ♀♀ meist mit hellen Fühlerringen. Bohrer des ♀ meist verborgen oder nur wenig vorstehend.

Hierher gehören in der Mehrzahl große und kräftige Tiere; fast alle schmarotzen in Schmetterlingsraupen. Als die in der forstlichen Literatur am häufigsten genannten Gattungen seien hier angeführt: *Ichneumon* L. (*pachymerus* Htg., *nigritarius* Grav., *bilunulatus* Grav. usw., bei Eule und Spanner), *Amblyteles* Wesm. (*fuscipennis* Wesm. bei Saateulen), *Trogus* Grav., *Platylabrus* Wesm.., *Phaeogenes* Wesm. (s. Bd. III, S. 254, Abb. 214 c).

2. Unterfamilie Cryptinae

Abdomen gestielt und deprimiert; das 1. Segment gekrümmt, Postpetiolus weniger jäh erweitert. Hinterleib oft glatt. Im Vorderflügel die Areola meist pentagonal (bisweilen nach außen offen), seltener viereckig, dann oft sehr klein (Abb. 272). Flügel bisweilen stummelhaft oder ganz fehlend. Bohrer in der Regel deutlich vorstehend.

Mittelgroße bis sehr kleine Tiere, die bei den verschiedensten Insektenordnungen schmarotzen; viele von ihnen sind Hyperparasiten. Es seien hier in Verbindung mit Forstschädlingen genannt *Mesostenus* Grav. (z. B. *gladiator* Scop. bei *Cossus*), *Cryptus* F., *Microcryptus* Thoms., *Phygadeuon* Grav., *Hemiteles* Grav., *Pezomachus* Grav. (Abb. 272). Die Angehörigen der letzten drei Gattungen leben großenteils hyperparasitisch.

3. Unterfamilie Pimplinae

Hinterleib meist sitzend und deprimiert, flach (selten gestielt, dann mehr oder weniger komprimiert). 1. Segment in der Regel gerade oder leicht gekrümmt. Areola meist dreieckig (seltener fünfeckig oder viereckig) oder fehlend (Abb. 273). Bohrer ragt stets hervor, in den meisten Fällen ist er von Hinterleibslänge und darüber, und bildet so ein charakteristisches Merkmal dieser Gruppe (es sind höchstens Verwechslungen mit Cryptinen möglich). Hierher gehören unsere größten Schlupfwespenarten.

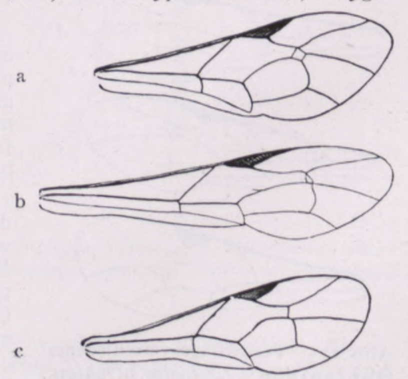


Abb. 273. Vorderflügel verschiedener Pimplinen, a *Pimpla*, b *Rhyssa*, c *Acoenitus*. Nach Schmiedeknecht

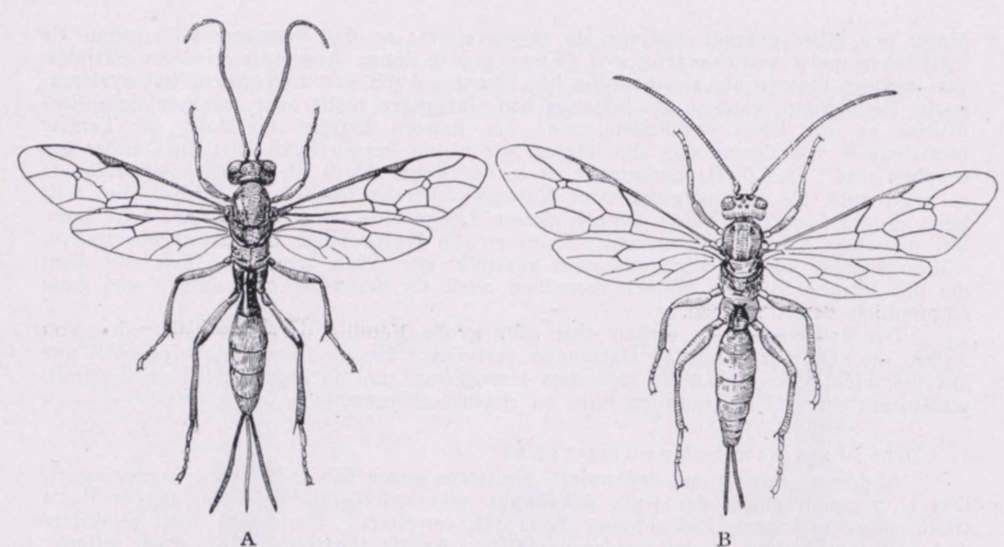


Abb. 274. Verschiedene Pimplinen: A *Meniscus murinus* Gr., B *Theronia atalantae* Poda (3 mal)

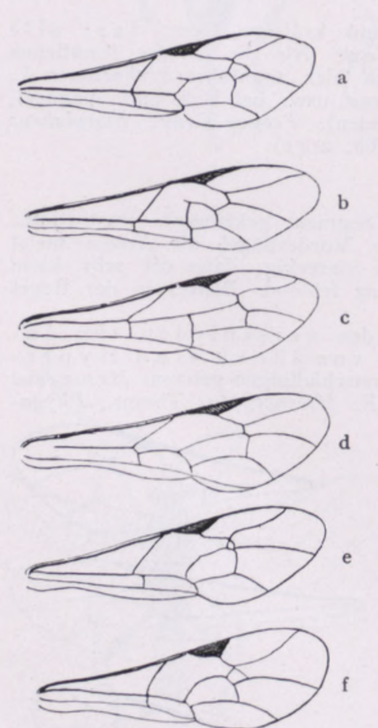


Abb. 275. Vorderflügel verschiedener Ophioninen. a *Exetastes*, b *Ophion*, c *Exochilum*, d *Anomalon*, e *Paniscus*, f *Mesochorus*. Nach Schmiedeknecht

Die Pimplinen schmarotzen bei Coleopteren und Lepidopteren, bei Dipteren und Hymenopteren.

Hier sind vor allem zu nennen die großen Bockkäfer- und Holzwespenparasiten der Gattungen *Rhyssa* Grav., *Thalessa* Holm. (s. Abb. 264) und *Ephialtes* Grav., deren Legebohrer die Körperlänge wesentlich übertrifft, ferner die Gattung *Pimpla* F., die zahlreiche, oft stark polyphage und wirtschaftlich (bei Eulen, Spinner, Spanner usw.) sehr wirksame Arten enthält [1]), des weiteren die Gattungen *Glypta* Grav., *Theronia* Grav. (Abb. 274 B), *Stenolabis* Kriechb., *Lissonota* Grav., *Meniscus* Schiödte, deren Namen des öfteren in den Parasitenlisten von Forstschädlingen erscheinen.

4. Unterfamilie Ophioninae

Hinterleib mehr oder weniger komprimiert, meist gestielt und mit deutlich abgesetzten Postpetiolus (selten Hinterleib sitzend und dann deprimiert). Areola besonders bei den kleinen Arten meist vierseitig und gestielt (Abb. 275 a), oft auch fehlend (Abb. 276 b—d). Bohrer oft vorragend, bis zu Hinterleibslänge.

Die Ophioninen enthalten zahlreiche Arten, die sich auf über 100 Gattungen mit teils recht verschiedenem Habitus verteilen. Es sind in der Hauptsache Schmarotzer bei Schmetterlingen; manche von ihnen spielen bei den Gradationen der Eule, des Spanners und Spinners eine bedeutende Rolle als Krisenfaktor.

---

[1]) Man braucht nur das Sachregister im Bd. III dieses Werkes (S. 820) unter *Pimpla* nachzusehen.

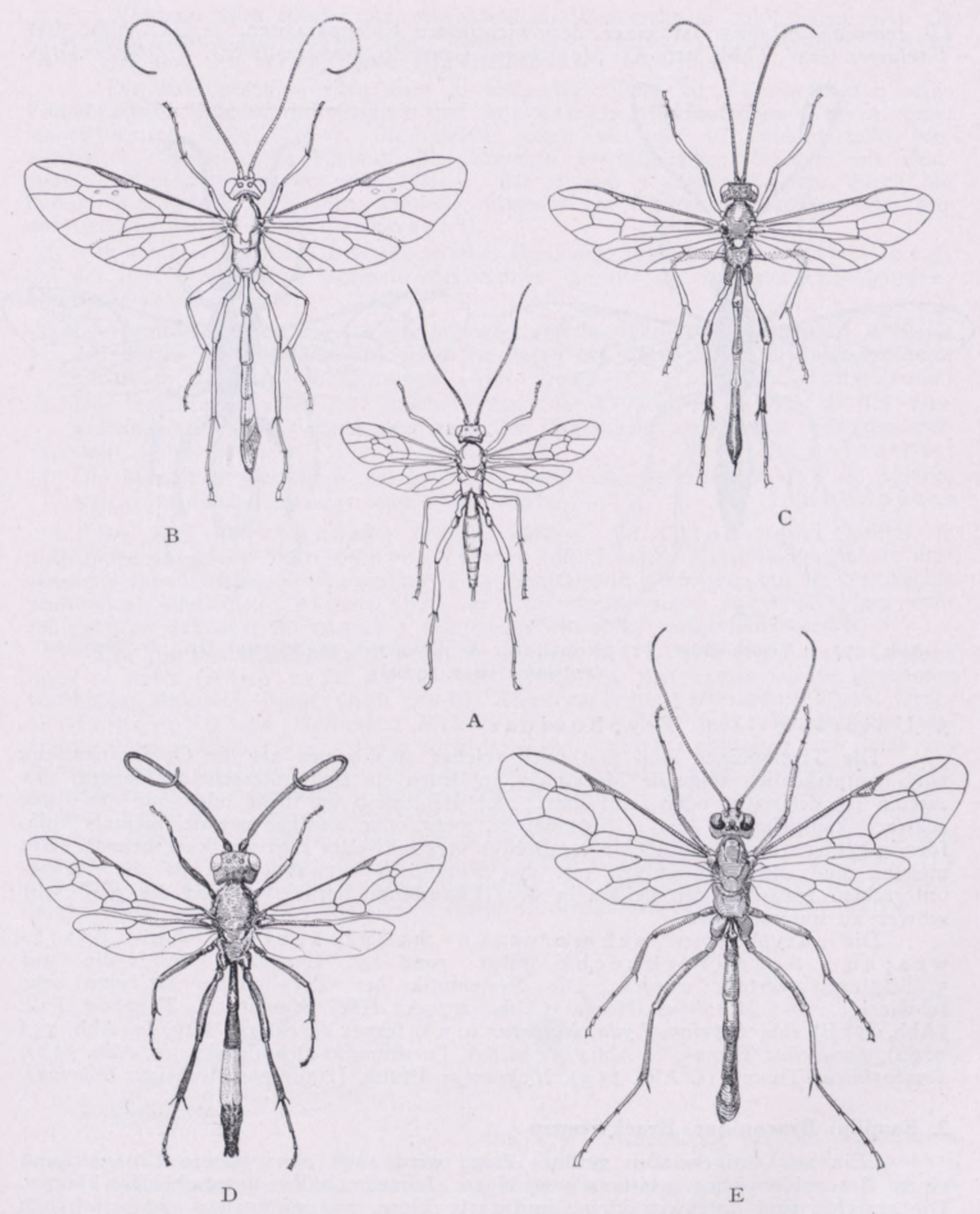


Abb. 276. Verschiedene Ophioninen: A *Exetastes cinctipes* Thoms., B *Enicospilus merdarius* Grav., C *Exochilum circumflexum* L., D *Campoplex spec.*, E *Paniscus cephalotes* Holmgr. (2 mal)

Die in forstlicher Beziehung wichtigsten Gattungen sind: *Aphanistes* Först., *Anomalon* Grav., *Exochilum* Wesm. (*E. circumflexum* L. ist wichtiger Spinner- und Eulenparasit, s. Abb. 276 C und III, Abb. 558), *Heteropelma* Wesm. (s. III, Abb. 439), *Enicospilus* Steph. (Abb. 276 B und III, Abb. 559), lauter ziemlich große auffallende Arten enthaltend; ferner *Ophion* Grav., *Omorgus* Först., *Campoplex* (Abb. 276 D), *Casinaria* Holm., *Anilastus* Först., *Paniscus* Grav. (Abb. 276 E), *Banchus* Grav.

(*B. femoralis* Thoms. ist einer der wichtigsten Eulenparasiten, s. III, Abb. 561), *Exetastes* Grav. (Abb. 276 A), *Mesochorus* Grav. (hyperparasitisch), *Cremastus* Grav.

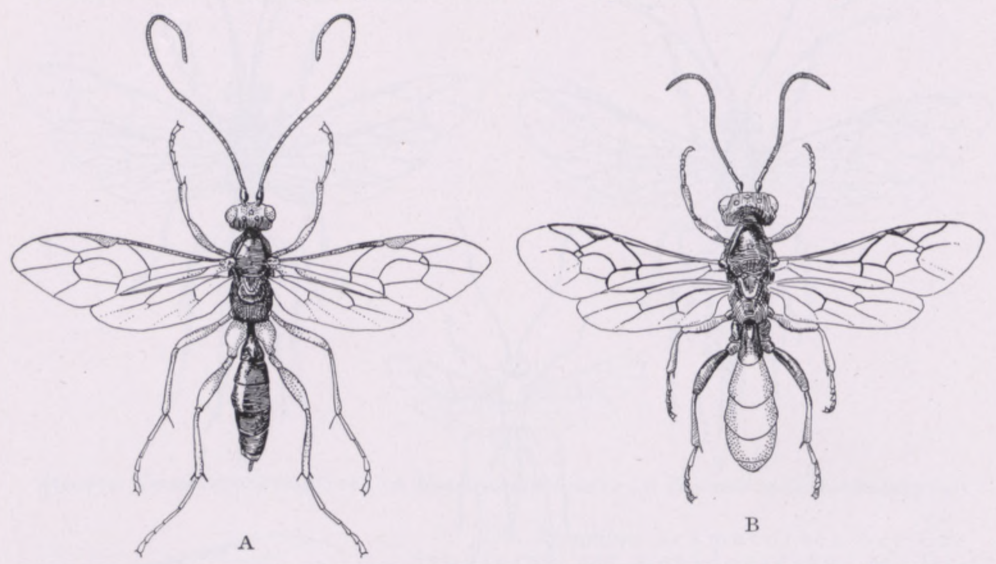


Abb. 277. Verschiedene Tryphoniden: A *Mesoleius vepretorum* Gr., B *Tryphon rutilator* Grav. (4mal)

5. Unterfamilien Tryphoninae

Die Tryphoninen sind fast noch reicher an Formen als die Ophioninen. Es sind hautptsächlich folgende Merkmale, an denen sie sich unterscheiden lassen: Die Areola ist dreiseitig oder fehlt ganz; der Hinterleib ist nicht oder nur am Ende schwach komprimiert; das 1. Segment ist mehr oder weniger gerade, niemals knieförmig gebogen; und endlich ist der Bohrer versteckt oder ragt nur kurz hervor. Am meisten sind die Tryphoninen mit den Pimplinen verwandt und da der Hauptunterschied zwischen den beiden in der Bohrerlänge beruht, so sind die ♂♂ sehr schwer zu unterscheiden.

Die Tryphoninen schmarotzen hauptsächlich bei Blattwespen. Schmiedeknecht führt rund 50 Gattungen auf, die auf 5 Sektionen verteilt werden. Die Systematik der Tryphoninen ist eine sehr schwierige. — *Mesoleius* Holm. (Abb. 277 A) (bei *Nematus), Tryphon* Fall. (Abb. 277 B) (bei *Diprion, Lyda, Nematus* u. a.), ferner *Exenterus* Htg. (s. Abb. 75 f u. 82), *Lamachus* Thoms. (s. Abb. 75 e u. 85), *Torocampus* Schmiedekn. (s. Abb. 75 b), *Zemiophorus* Thoms. (s. Abb. 75 g), *Hypsantyx* Pfank. (Hauptparasiten von *Diprion).*

2. Familie: Braconidae, Brackwespen

„Ein nur einigermaßen geübtes Auge wird auch ohne nähere Untersuchung einen Braconiden ohne weiteres von einem Ichneumoniden unterscheiden können. Die ersteren sind durchweg kleine und zarte Tiere, was wenigstens die heimischen Formen betrifft, und nur wenige von diesen, beispielsweise die Gattungen *Helcon* und *Zele* erreichen Mittelgröße (dagegen sind von den Tropenformen viele durch Größe und Farben, namentlich auch der Flügel, ausgezeichnet). Aber auch die kleinen Ichneumoniden-Arten sind unschwer als solche zu erkennen, weil ihnen allen ein viel lebhafteres Wesen eigentümlich ist, was den Braconiden abgeht, bei denen sich durchweg eine Trägheit der Bewegungen, im besonderen auch des Fluges kundgibt. Lebhafte Farben fehlen den Braconiden; Schwarz, Braun und Braungelb bilden das Kolorit; nirgends finden wir das lebhafte Weiß, Gelb und Rot, die zierlichen Farbenkontraste, namentlich den weißen Antennenring und das weiße Schildchen, wie es so vielen Ichneumoniden eigentümlich ist."

„Während alles dieses nur nebensächliche Unterschiede sind, haben wir als Hauptunterscheidungsmerkmale das Fehlen des zweiten rücklaufenden Nerven (Abb. 278) und den verschiedenen Hinterleibsbau zu betrachten."

„Die Braconiden würden kurz in folgender Weise zu charakterisieren sein: Flügel selten fehlend, mit Stigma und nur einem rücklaufenden Nerven, ohne lanzettförmige Zelle; die 1. Cubitalzelle selten mit der 1. Discoidalzelle verschmolzen. Beine meist schlank, Trochanteren zweigliedrig; Schienen mit Endsporen. Hinterleib sitzend oder gestielt; das 2. und 3. Segment nicht durch ein bewegliches Gelenk verbunden, sondern entweder am Rücken verwachsen oder nur mit Querfurche" (Schmiedeknecht).

Besonderes Interesse in systematischer Beziehung besitzt die Mundbildung, bei der drei verschiedene Formen vorkommen, die für die systematische Gruppenbildung maßgebend sind:

1. Die Mandibeln sind nach innen gebogen und berühren oder überragen sich mit den Enden; die Mundöffnung selbst ist durch den Clypeus bedeckt oder erscheint höchstens als mittlerer Querspalt (Abb. 279 b) . . . . . . Clidostomi
2. Die Mandibeln haben die gleiche Form, der Clypeus ist jedoch so tief ausgeschnitten, daß zwischen ihm und den Mandibeln eine runde Öffnung entsteht (Abb. 279 a) . . . . Cyclostomi
3. Die Mandibeln sind kurz und breit und nach außen gebogen, so daß die Spitzen weit voneinander entfernt sind (Abb. 279 c) . . . . Exodontes

Bei Schmiedeknecht (1930) werden die Clidostomi weiter in 3 Gruppen aufgeteilt: die Cryptogastres (die 3 ersten Hinterleibssegmente miteinander verwachsen), die Areolarii (2. Cubitalzelle klein oder nur in der Anlage vorhanden) und die Polymorphi (2. Cubitalzelle nicht auffallend klein oder fehlend), so daß dort im ganzen 5 Gruppen (Sektionen) aufgestellt werden.

Die für uns wichtigsten Braconiden gehören den Clidostomi an: Gehören doch zu ihnen (Aleolarii) die *Microgasterinae* mit den immer wieder genannten Gattungen *Apanteles* Först. (Abb. 280 B), *Microgaster* Ltr., *Microplitis* Först., ferner (Polymorphi) die Gattungen *Meteorus* Hal. (s. Abb. 346). *Blacus* Nees und *Helcon* Nees, *Perilitus* Nees. Doch auch die Cyclostomi enthalten eine Reihe uns interessierende Gattungen, wie vor allem die Gattungen *Bracon* F. (mit den vielen bei Rüssel- und Borkenkäfern schmarotzenden Arten, s. Abb. 342), dann *Coeloides* Wesm. (ebenfalls Borkenkäferparasit), *Spathius* Nees (bei Anobien und Borkenkäfern), *Dendrosoter* Wesm. (bei Borkenkäfern), *Habrobracon* Ashm. (Mehlmottenparasit, s. S. 302 u. 345), *Rogas* Nees (in Schmetterlingsraupen) u. a. mehr. Die Exodontes dagegen sind forstlich unwichtig; die meisten parasitieren in Dipterenlarven, doch gibt es unter ihnen auch einige Borkenkäferparasiten (*Alysia* Latr.).

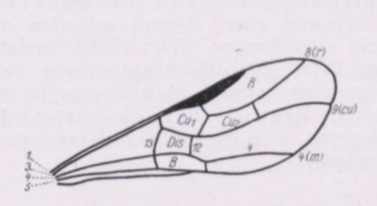


Abb. 278. Vorderflügel von *Bracon* mit nur 1 rücklaufenden Nerv (12). Bezeichnungen wie bei Abb. 70

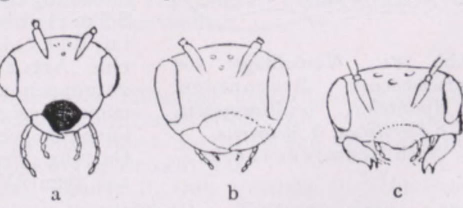


Abb. 279. Mundbildung bei den verschiedenen Braconiden. a Kopf eines *Bracon* (cyclostom), b Kopf von *Chelonus* (clidostom), c Kopf von *Alysia* (exodont). Nach Schmiedeknecht

Die Braconiden leben sowohl entoparasitisch als auch als Ektoparasiten. In der Regel verlassen die reifen Larven ihren Wirt, um sich dann oft auf oder neben dem abgestorbenen Körper desselben zu verspinnen (*Apanteles, Microgaster*); weniger häufig verpuppen sie sich im Wirt (z. B. *Rogas*). Die Braconiden leben nur als Primärparasiten, wenigstens ist bis jetzt kein Fall von Hyperparasitismus bekannt; dagegen werden sie nicht selten von hyperparasitischen Ichneumoniden und Chalcididen heimgesucht (namentlich durch Arten der Gattungen *Mesochorus, Hemiteles* und *Pezomachus*).

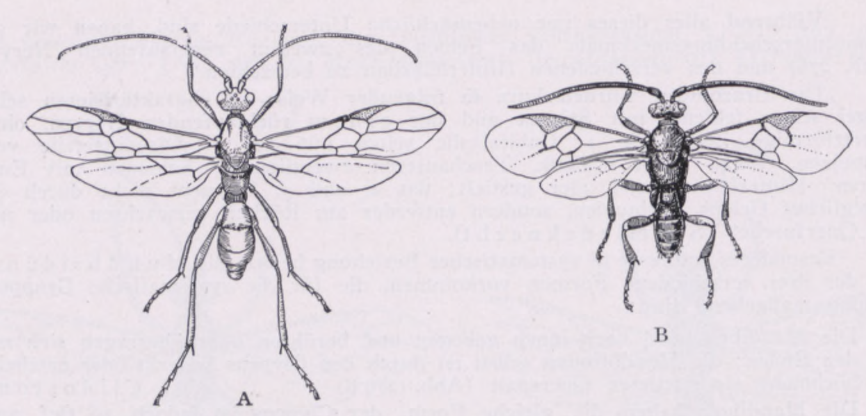


Abb. 280. Verschiedene Braconiden: A *Rogas unicolor* Wesm., B *Apanteles obscurus* Först.

3. Familie: Aphidiidae, Blattlauswespen

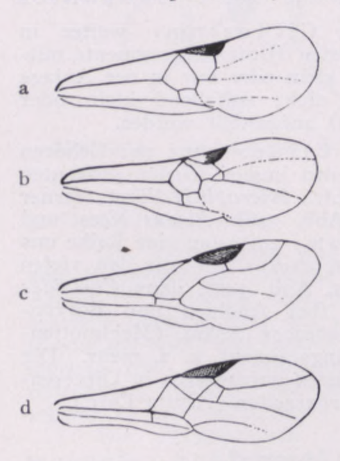


Abb. 281. Vorderflügel von verschiedenen Braconiden. a *Apanteles*, b *Microplitis*, c *Perilitus*, d *Meteorus*. Nach Schmiedeknecht

Die Aphidiiden wurden bisher zu den Braconiden gestellt, mit denen sie viel Gemeinsames haben. Neuerdings (Schmiedeknecht 1930, S. 339) werden sie als selbständige Familie davon abgetrennt, und zwar hauptsächlich auf Grund der Bildung des Hinterleibes. Dieser ist gestielt bis fast sitzend, länger als Kopf und Thorax, die ersten 3 Segmente gelenkig miteinander verbunden, die 2. Sutur durch eine dehnbare Membran ersetzt, so daß der Hinterleib leicht unter den Thorax geschlagen werden kann (s. Abb. 303 A u. C). Bohrer kurz vorstehend. Die Aphidiiden stellen eine kleine Familie dar mit 7 Gattungen und verhältnismäßig nur wenigen Arten. Die Systematik der Arten, namentlich der Gattung *Aphidius* liegt noch sehr im argen, da sich die kleinen Tiere außerordentlich ähnlich sehen.

Von den Gattungen seien *Praon* Hal., *Trioxys* Hal. (Abb. 303 C) und vor allem *Aphidius* Nees genannt. Sämtliche Aphidiiden leben parasitisch in Blattläusen, und zwar kommt meistens auf eine Art auch ein bestimmter Wirt. Die meisten verpuppen sich im Wirt (die Blattläuse zeigen dann einen glasig aufgetriebenen und meist auch in der Färbung veränderten Körper), nur die Arten der Gattung *Praon* bohren sich vor ihrer Verpuppung aus dem Wirt heraus.

4. Familie: Chalcididae, Erzwespen

Die Chalcididen stellen eine der artenreichsten und sicher die schwierigste Gruppe der Hymenopteren dar. „Die Chalcididen (und Proctotrupiden) bieten ein Wunder an Form und Farbenpracht dar", schreibt Förster im Jahre 1856. Über die Schwierigkeit der systematischen Klarstellung der zahllosen winzigen Tiere äußert sich Schmiedeknecht recht pessimistisch: „Die Natur ist zu groß und das menschliche Leben zu kurz", um das Riesenmaterial gründlich bearbeiten und sichten zu können.

Weitaus die Mehrzahl der Chalcididen läßt sich auf den ersten Blick erkennen durch die metallische, meist heller oder dunkler grüne Färbung des Körpers, die Fühlerbildung und die Nervatur des Vorderflügels: Die Fühler sind stets gekniet, der Schaft mehr oder weniger lang, oft auch verdickt. Besonders charakteristisch sind die sogenannten

Annelli (Ringglieder, Ringel), d. s. ein oder mehrere sehr kleine und schmale, oft nur mikroskopisch erkennbare Zwischenglieder zwischen dem ersten auf den Schaft folgenden Glied (Stielchen oder pedicellus) und der eigentlichen Geißel (Abb. 283 a). Die Fühler sind oft bei den beiden Geschlechtern ein und derselben Art sehr abweichend, bei den ♂♂ nicht selten durch zierliche Äste, wirtelige Behaarung ausgezeichnet. — Die Vorderflügel haben eine außerordentlich einfache Nervatur (Abb. 284). Sie besteht nur aus einem Nerv (Subcosta), der vor der Mitte des Vorderrandes sich mit diesem vereinigt, eine Strecke weit an ihm verläuft, und einen Zweig schräg in die Flügelfläche sendet. Dieser Zweig (der als Radius bezeichnet wird) ist an seinem Ende mehr oder weniger knopfförmig verdickt. Das Stück der Subcosta, das am Vorderrand verläuft, wird bis zum Abgang des Radius als Marginalnerv, im weiteren Verlauf als Postmarginalnerv bezeichnet. Die verschiedenen Längen der Nervenabschnitte bieten das wichtigste Merkmal zur Unterscheidung der Gattungen.

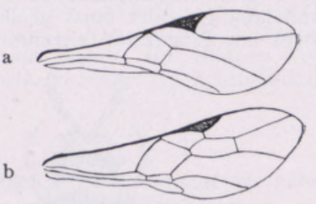


Abb. 282. Vorderflügel von Aphidiiden. a *Praon*, b *Aphidius*. Nach Schmiedeknecht

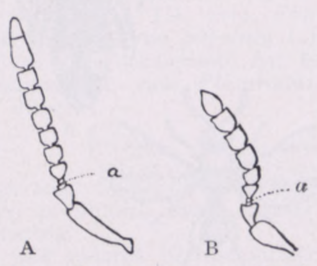


Abb. 283. Fühler von Chalcididen, mit kleinen Ringelgliedern (a) zwischen Stielchen und Geißel A *Lamprotatus*, B *Eulophus*. Nach Schmiedeknecht

Des weiteren werden als systematische gut verwertbare Merkmale verwendet: Die Form des Prothorax (kurz und quer, quadratisch, nach vorne halsartig verlängert usw.), die Beschaffenheit des Mesothorax (Parapsidenfurchen), ferner die Beine (Zahl der Sporen und Tarsenglieder, Verdickung der Hinterschenkel usw.) und endlich der Hinterleib (ob gestielt oder sitzend, Zahl der Segmente und ihre Länge untereinander, Lage und Länge des Bohrers).

Weitaus die meisten Chalcididen sind zoophag und leben parasitisch (sowohl als Primär- wie als Sekundärparasiten) in anderen Insekten. Doch gibt es unter ihnen auch einige phytophage Arten, die besonders als Samenschädlinge in Betracht kommen. Einige pflanzenbewohnende Erzwespen dagegen können als nützlich gelten, wie die Feigenwespen *(Agaoninae)*, deren bekanntester Vertreter, *Blastophaga psenes* Westw. die Befruchtung des Feigenbaumes vermittelt.

Schmiedeknecht teilt die Chalcididen in 14 Unterfamilien, von denen hier die wichtigsten kurz charakterisiert werden sollen:

Leucospidinae und Chalcidinae

Die Angehörigen dieser beiden Unterfamilien fallen aus dem allgemeinen Chalcididenhabitus heraus. Sie zeichnen sich durch auffallende Größe (bis 13 mm) durch verdickte und gesägt-gezähnte Hinterschenkel und durch ihre Färbung (schwarz mit gelben Binden, oder schwarz mit gelben oder roten Beinen) aus.

Leucospis F. (schmarotzt bei Bienen), *Chalcis* F. (mit Vorliebe in Schmetterlingsraupen), *Smicra* Spin. (bei Fliegen, *Stratiomys*).

Abb. 284. Vorderflügel eines Chalcididen (*Lamprotatus*), s Subcosta, m Marginalnerv, p Postmarginalnerv, r Radius. Nach Schmiedeknecht

Perilampinae

Thorax stark entwickelt und hoch gewölbt, Radius kurz aber deutlich, Hinterleib oft dreieckig, das 2. und 3. Segment nehmen den größten Teil des Hinterleibes ein. Körper meist grubig punktiert.

Schmarotzen meist bei Schmetterlingen, vielfach auch hyperparasitisch. *Perilampus* Lt. (s. S. 339).

Toryminae

Die artenreichste und schönste Gruppe der Chalcididen. Hinterhüften groß und lang (5- oder 6mal größer als die Vorderhüften). Radius sehr kurz, der Knopf dicht am Flügelrand sitzend. Bohrer fast durchwegs weit vorragend.

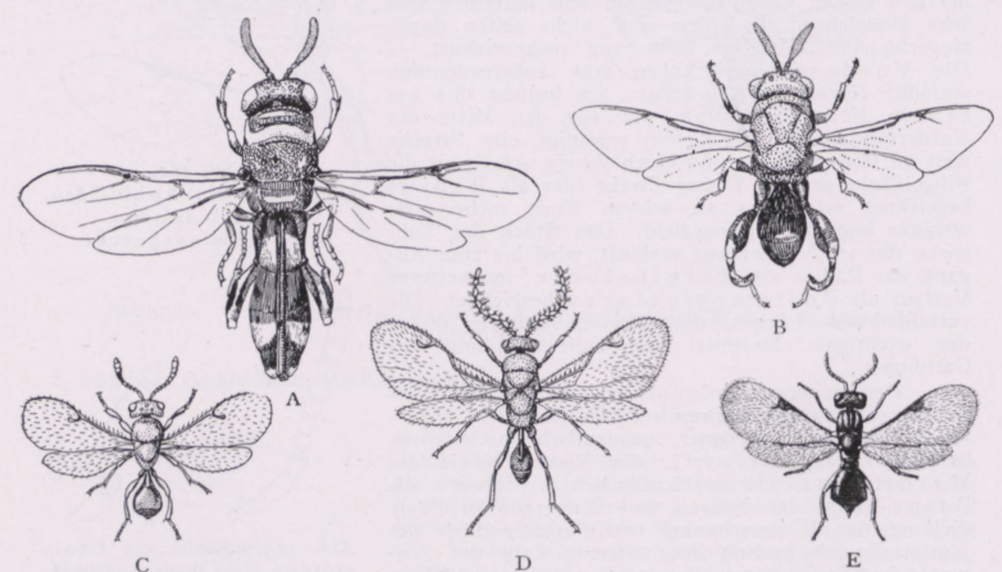


Abb. 285. Verschiedene Chalcididen und Proctotrupiden: A *Leucospis gigas* F. (3/1), B *Chalcis minuta* F. (5/1), C *Eurytoma abrotani* Ratz. ♀, D die gleiche Art ♂ (8/1), E *Ceraphron spec.* (8/1)

Zum größten Teil lebhaft grün, blau oder golden gefärbte Tiere, doch auch solche mit gelber Zeichnung; meist bei Gallmücken oder Gallwespen schmarotzend, zum Teil aber auch phytophag. *Syntomaspis* Först. (in Cecidomyiden-Gallen, zum Teil phytophag), *Torymus* Dalm. (viele Arten, häufig in Gallen, zum Teil phytophag), *Monodontomerus* Westw. (s. S. 91, Abb. 87; zum Teil phytophag), *Megastigmus* Dalm. (zum Teil phytophag in Pflanzensamen, s. S. 352 und Abb. 360—366).

Eurytominae

Pronotum quadratisch oder rechteckig. Hinterleib beim ♀ rundlich oder oval (seltener lanzettlich). Körper schwarz, nicht metallisch.

Teils parasitisch, teils phytophag. *Isosoma* Walk. (phytophag s. S. 352), *Decatoma* Spin. (bei Gallenerzeugern), *Eurytoma* Ill. (Abb. 285 D) (bei Borken- und Rüsselkäfern, zum Teil auch phytophag in Samen), *Bruchophagus* (phytophag).

Cleonyminae

Pronotum konisch verlängert. Hinterleib oben flach. Vorder- und Hinterschenkel geschwollen oder Hinterbeine verlängert. Körper metallisch, meist größere Arten: *Cleonymus* Latr., *Chiropachys* Westw. und *Acrocormus* Först. (bei Borkenkäfern).

Eupelminae

Sporn der Mittelschienen zum Springen dienend, deshalb meist lang und kräftig oder an der Basis verbreitert. Marginalnerv lang; Brustseiten schildförmig erhoben, Mesonotum niedergedrückt. Körper meist gestreckt. — *Eupelmus* Dalm. (bei Borken- und Rüsselkäfern).

Encyrtinae

Gehören (mit den Toryminen) zu den schönsten und vielgestaltigsten Chalcididen, die den größten Farbenreichtum (auch in nichtmetallischen Farben) besitzen.

Marginalnerv kurz, in den meisten Fällen punktförmig. Mesonotum mehr oder weniger konvex. Körper in der Regel gedrungen, oft sehr klein.

Bei einer Reihe von Encyrtinen kommt Polyembryonie vor (s. S. 311). *Litomastis* Thoms. (in Schmetterlingsraupen, Polyembryonie s. Abb. 340), *Copidosoma* Ratz. (in Raupen von Kleinschmetterlingen), *Ageniaspis* Dahlb. (in Raupen von Kleinschmetterlingen, Polyembryonie s. Abb. 339), *Blastothrix* Mayr. (in Schildläusen, s. Abb. 318), *Encyrtus* Latr. (s. Abb. 303 E u. 338).

Pteromalinae

Die größte und schwierigste Gruppe der Chalcididen. Die Trennung der zahlreichen Gattungen und Arten ist zum Teil noch nicht scharf durchführbar.

Thorax nicht besonders entwickelt, Pronotum kurz und quer, Mittelbrustseiten durch Furchen und Gruben geteilt, nicht schildförmig erhaben. Die hinteren Schienen nur mit 1 Endsporn. Bohrer höchst selten lang (in diesem Fall der Radiusknopf klein).

Schmarotzen bei Rinden- und Holzkäfern, bei Schmetterlingen, in Gallwespen, Schild- und Blattläusen und Fliegenmaden: *Dirhicnus* Thoms. *(D. alboannulatus* Rtzb. bei Eule s. III. 711), *Rhopalicus* Först. (bei Borkenkäfern s. II. 451), *Habrocytus* (bei *Saperda populnea* L.), *Eutelus* Walk. (bei Kleinschmetterlingen), *Pteromalus* Sved. (die bekannteste Art ist *Pt. puparum* L., die in den Puppen von Tagfaltern schmarotzt, viele *Pteromalus*-Arten leben in Borkenkäferlarven), *Spalangia* Ltr. (bei Fliegen).

Eulophinae

Vorderschienen mit einem kurzen dünnen und geraden Sporn. Fühler meist nur mit wenig Gliedern, Radius und Postmarginalnerv gewöhnlich kurz, letzterer nicht selten ganz fehlend. Tarsen 4-, höchst selten 5gliedrig.

Euplectrus Westw., *Elachertus* Spin. (bei Sesien und anderen Kleinschmetterlingen), *Microplectron* Dahlb. (bei Borkenkäfern und Blattwespen) (s. Abb. 75 h), *Eulophus* Geoffr. (bei Käferlarven, *Orchestes,* Borkenkäfern usw.), *Entedon* Dalm. (in Raupen von Kleinschmetterlingen), *Aphelinus* Ashm. (in Blattläusen), *Tetrastichus* Hal. *(Tetr. xanthomelaena* March. lebt als Eiparasit beim Ulmenblattkäfer, s. II, 291), *Closterocerus* Westw., *Tetracampe* Foerst. (Eiparasiten bei Blattwespen, s. oben S. 93), *Cratotechus* Thoms. (s. Abb. 343 u. 344).

Mymarinae[1])

Zu den kleinsten Insekten gehörend (0,3—0,8 mm) stellen die Mymarinen mit den schmalen gestielten und bewimperten Vorderflügeln, den oft borstenartig dünnen Hinterflügeln und dem großen Endglied der Fühler die auffallendsten Schlupfwespen dar (Abb. 286).

Sie sind besonders Eiparasiten, wurden aber auch aus Blatt- und Schildläusen gezogen. Es finden sich unter den Mymarinen auch einige Wasserformen, die mit Hilfe ihrer Flügel schwimmen und die in den Eiern von Libellen *(Anagrus subfuscus* Först.), oder von *Dytiscus* (wie *Caraphractus),* oder in solchen der Wasserwanze *Notonecta* (wie *Polynema* Hal.) schmarotzen.

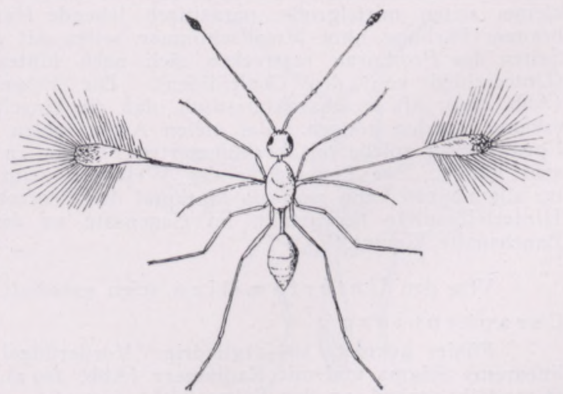


Abb. 286. *Mymar regalis* Enoch. Nach Bischoff

Trichogramminae

Mit den Eulophinen die Bildung der Vordertibien gemeinsam, unterscheiden sie sich von

[1]) Kieffer stellt die Mymarinen zu den Proctotrupiden; bei Schmiedeknecht-Hedicke werden sie als eigene Familie aufgefaßt.

diesen durch die 3gliedrigen Tarsen und die kurzen und breiten, am Ende breit abgerundeten Flügel, die in der Regel reihenweise behaart sind (s. Abb. 302 a).

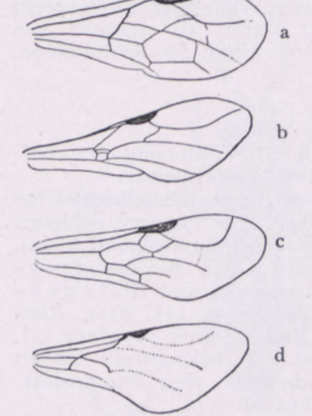


Abb. 287. Flügelgeäder verschiedener Evaniiden. a *Aulacus*, b *Gasteruption*, c *Evania*, d *Brachygaster*. Aus Döderlein

Die Trichogramminae sind Eiparasiten, sie gehören mit den Mymarinen (s. S. 283) zu den kleinsten Schlupfwespen, ja überhaupt zu den kleinsten Insekten. Die bekannteste Gattung ist *Trichogramma* Westw., deren Arten sich durch große Polyphagie (Pantophagie) auszeichnen (s. III, 709). Die einzige Art der Gattung *Prestwichia* Lubb. schmarotzt in Wasserinsekten und kann unter Wasser tauchen.

5. Familie: Evaniidae

Wir wollen als Evaniiden hier alle diejenigen Schlupfwespen, bei denen der Hinterleib oben am Metathorax eingefügt ist, zusammenfassen. Es werden dadurch allerdings recht verschiedene Formen zusammengebracht werden, für die bei Schmiedeknecht (1930) drei Familien (Aulacidae, Gasteruptionidae und Evaniidae) aufgestellt werden[1]). Die einen besitzen einen mehr oder weniger langen keulenförmigen Hinterleib mit einem nach hinten allmählich dicker werdenden 1. Segment (Aulaciden und Gasteruptioniden) (Abb. 288 D); die anderen einen sehr kurzen Hinterleib, der meist kleiner als der Thorax ist und hinter dem kurzen fadenförmigen Stiel jäh erweitert ist, wie ein kleines Anhängsel der Brust erscheinend (Evaniiden im engeren Sinn) (Abb. 288 A). Das Flügelgeäder ist recht verschieden, teils mit, teils ohne geschlossene Zellen (Abb. 287).

Aulacus Jur. (bei Holzkäfern), *Gasteruption* Latr. (bei Bienen und Wespen), *Evania* F. und *Brachygaster* Leach (bei Schaben, Blattiden).

6. Familie: Proctotrupidae

Die schwierige Familie besteht eigentlich aus einer ganzen Reihe von Familien, die unter sich in den meisten Fällen recht wenig Ähnlichkeit haben; sie bilden eine Vereinigung aller jener kleinen parasitisch lebenden Hymenopteren, die sich nicht in den anderen scharf umgrenzten Familien unterbringen lassen. Kieffer gibt folgende Charakteristik der Proctotrupiden: „Die Proctotrupiden sind kleine, oft sehr kleine, selten mittelgroße, parasitisch lebende Hymenopteren von schwarzer oder brauner Färbung, ohne Metallschimmer, selten mit weißer oder roter Zeichnung. Die Seiten des Prothorax erstrecken sich nach hinten bis zum Ursprung der Flügel (Unterschied von den Chalcididen). Die Flügelnervatur ist sehr verschieden (Abb. 289), oft so charakteristisch, daß die einzelnen Unterfamilien sogleich daran erkannt werden können. Bei vielen Arten fehlen Flügelnerven gänzlich; flügellose Formen oder solche mit verkümmerten Flügeln, in der Regel Weibchen, finden sich sehr häufig. Der Legebohrer der Weibchen zeigt eine verschiedenartige Struktur, im allgemeinen kann man als Merkmal der Proctotrupiden anführen, daß er aus der Hinterleibsspitze hervortritt, im Gegensatz zu den Chalcididen, wo er aus einer Bauchspalte kommt."

Von den Unterfamilien seien genannt:

Ceraphroninae

Fühler gekniet, 10—11gliedrig. Vorderflügel meist mit großem (selten mit linearem) Stigma und mit Radialnerv (Abb. 289 a). Flügellose Formen nicht selten. Hinterleib sitzend, an den Seiten nicht gerandet.

---

[1]) In seiner früheren Bearbeitung (1914) werden die drei Familien als Unterfamilien *(Evaniinae, Gasteruptioninae* und *Aulacinae)* der Evaniiden behandelt.

Die zahlreichen Arten schmarotzen bei Aphiden, Cocciden, Cecidomyiden, Musciden und Syrphiden. Ratzeburg nennt auch Tortriciden-Raupen als Wirte. — *Ceraphron* Jun. (*C. tortricum* Rtzb. bei *Tortr. piceana*), *Megaspilus* Westw.

Proctotrupinae

Fühler 13gliedrig. Vorderflügel mit deutlichem Stigma, und dahinter mit kurzer Radialzelle (Abb. 289 b). Schenkel mehr oder weniger verdickt, Schienensporen deutlich. Tarsen lang, 5gliedrig. Hinterleib länglich eiförmig, kurz gestielt.

Schmarotzen mit Vorliebe bei in Pilzen lebenden Dipteren und Coleopteren. — *Proctotrupes* Ltr. (*Serphus* Schrk.).

Scelioninae

Fühler beim ♀ gekniet, gewöhnlich keulig verdickt, mit 11 oder 12 Gliedern (oder wenn die Keule 1 Glied bildet, mit 7 Gliedern); ♂ fadenförmig mit 12, bei *Scelio* mit 10 Gliedern. Vorderflügel gewöhnlich mit Subcostal-, Marginal-Postmarginal und Anfang der Radialader (Abb. 289 c).

Die zahlreichen Arten scheinen durchgehend Eiparasiten zu sein. — *Telenomus* Hal. (bei Schmetterlingen), *Teleas* (Latr.) Kieff. (bei Ipiden, Hemipteren und Blattwespen), *Sparasion* Ltr., *Scelio* Ltr.

Platygasterinae

Fühler beim ♀ gekniet, gegen das Ende verdickt, oft keulenförmig, mit 10, selten mit 8 oder 9 Gliedern. Vorderflügel meist ganz ohne Adern, seltener die Subcosta vorhanden, welche in diesem Fall knopfförmig endet (Abb. 289 d). Hinterleib gestielt oder fast gestielt, oval oder länglich, niedergedrückt, an den Seiten scharf gerandet. Larven zum Teil cyclopoid (s. Abb. 328—330).

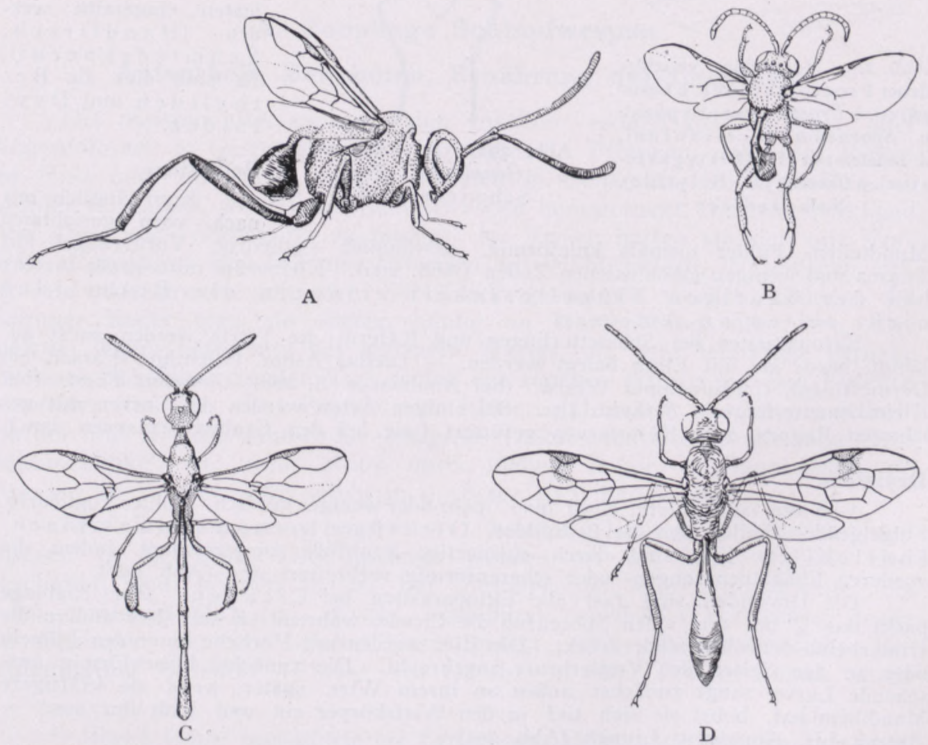


Abb. 288. Verschiedene Evaniiden: A *Evania punctata* Brull., B *Brachygaster minuta* Taschenb., C *Gasteruption terrestre* Schlett., D *Aulacus striatus* Jur.

Die zahlreichen Gattungen und Arten schmarotzen zum größten Teil in Cecidomyiden. — *Inostemma* Hal. (Abb. 289 d), *Trichacis* Först., *Polygnotus* Först. (s. S. 307), *Platygaster* Ltr. (s. S. 320).

Belytinae

Fühler auf einer Stirnerhebung eingesenkt, 14—15gliedrig, Vorderflügel ohne Stigma, mit geschlossener Basal- und Radialzelle (Abb. 289 e).

Schmarotzen bei Depteren. *Cinetus* Jur., *Belyta* Jur.

Im Anschluß an die Proctotrupiden seien noch 2 Familien genannt, die teils als Unterfamilien zu diesen gestellt werden (Kieffer), teils als selbständige Familien den Terebrantien (Börner), teils aber auch den Aculeaten eingereiht werden (Handlirsch, Schmiedeknecht). Es sind dies die Bethyliden und Dryiniden.

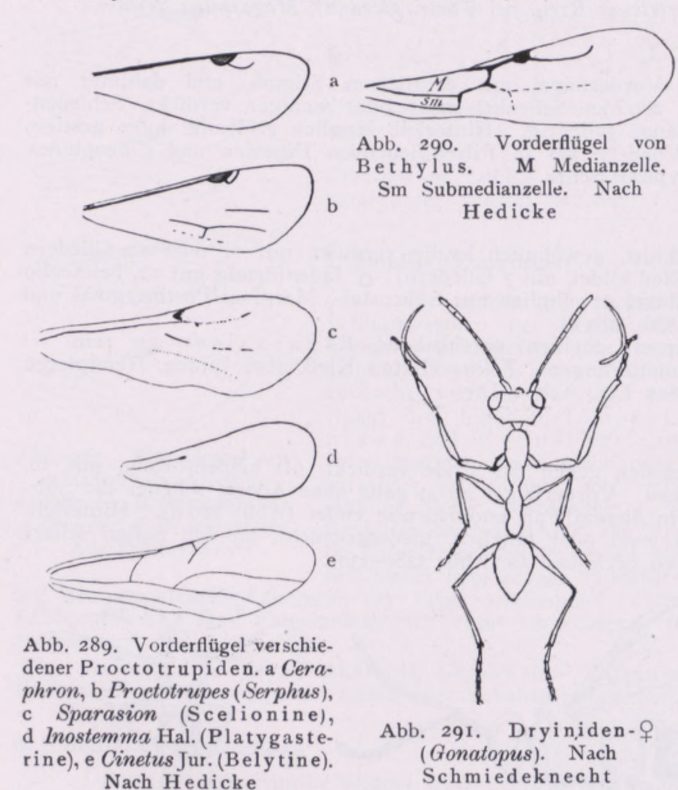


Abb. 289. Vorderflügel verschiedener Proctotrupiden. a *Ceraphron*, b *Proctotrupes* (*Serphus*), c *Sparasion* (Scelionine), d *Inostemma* Hal. (Platygasterine), e *Cinetus* Jur. (Belytine). Nach Hedicke

Abb. 290. Vorderflügel von Bethylus. M Medianzelle, Sm Submedianzelle. Nach Hedicke

Abb. 291. Dryiniden-♀ (*Gonatopus*). Nach Schmiedeknecht

Bethylidae

Kopf länglich, mit nach vorn gerichteten Mundteilen, Fühler niemals knieförmig, gewöhnlich 13gliedrig, Vorderflügel mit Stigma und wenigen geschlossenen Zellen (Abb. 290). Kleine bis mittelgroße Arten; bei der häufigen Flügellosigkeit erinnern die Bethyliden nicht selten an Ameisen.

Ektoparasiten bei Schmetterlingen und Käfern; die Wirte werden meist gelähmt, bevor sie mit Eiern belegt werden. — *Laelius* Ashm. (wichtiger Parasit bei Dermestiden), *Cephalonomia* Westw. (bei Anobien s. S. 288), *Goniozus* Först. (bei Kleinschmetterlingen), *Bethylus* Ltr. Bei einigen Arten werden die Larven mit gelähmten Raupen oder Käferlarven gefüttert (wie bei den Grabwespenlarven usw.).

Dryinidae

3—8 mm lange Tiere. Kopf quer, mehr oder weniger kubisch, Fühler 10gliedrig. Flügelgeäder ähnlich dem der Bethyliden. Oft flügellos und dann ameisenähnlich. Die ♀♀ sind durch eigenartige Raubfüße ausgezeichnet, indem die vorderen Fußklauen zangen- oder scherenförmig verbreitert sind (Abb. 291).

Die Dryiniden sind fast alle Ektoparasiten bei Cicaden. „Zur Eiablage packt das ♀ mit dem einen Sporenfuß die Cicade, während sie mit dem andern die Hinterbeine derselben niederdrückt. Die Eier werden mit Vorliebe unter den Flügeln oder an den Seiten der Vorderbrust angebracht. Die zunächst blasenförmig aussehende Larve saugt zunächst außen an ihrem Wirt, später, wenn sie kräftigere Mandibeln hat, bohrt sie sich tief in den Wirtskörper ein und frißt ihn aus." — *Anteon* Jur., *Gonatopus* Ljungh (Abb. 291).

Bionomie und Ökologie

Es wird hier eine zusammenfassende allgemeine Übersicht über die Lebensweise der „Schlupfwespen" (im weiteren Sinn) gegeben. Diese Zusammenfassung ist dadurch gerechtfertigt, daß weitaus die Mehrzahl vom biologischen bzw. ökologischen und vor allem auch praktisch forstlichen Standpunkt aus eine gemeinsame Gruppe der Hymenopteren darstellen in dem Sinne, daß sie bei anderen Insekten schmarotzen, dadurch deren Vermehrung einschränkend und einen wesentlichen regulierenden Faktor in der tierischen Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft des Waldes ausmachend. In dieser Rolle stimmen alle die vielen Tausende von Arten, mögen sie den Ichneumoniden, Braconiden, Chalcididen usw. angehören, überein.

Ihnen gegenüber steht eine ganz kleine Gruppe von wenigen Arten, die zur phytophagen Lebensweise übergegangen sind. Und zwischen ihnen gibt es Übergangsformen, die nur den ersten Teil ihrer Entwicklung als zoophage Parasiten durchmachen, um dann phytophag zu werden, die also von gemischter Kost leben.

A. Zoophage Schlupfwespen

Aufenthalt, Benehmen, Ernährung der Imagines

Die meisten aller existierenden Insekten, mögen sie frei leben oder eingeschlossen in Gespinsten oder verborgen in Pflanzen, unter der Rinde, im Holz oder im Boden, mögen sie sich in Gebäuden, in Magazinen, in Mühlen aufhalten, werden von Schupfwespen heimgesucht. Dementsprechend sind diese auch überall da zu finden. Im Freien halten sie sich mit Vorliebe an niederen Büschen und Pflanzen, an Waldrändern, Waldwegen auf, wo sie massenweise mit dem Streifsack gesammelt werden können; im Sommer findet man sie ebenso häufig an Doldenblüten aller Art. Die meisten legen, besonders bei warmem Wetter, ein sehr lebhaftes, beinahe nervöses Benehmen an den Tag, wobei ein stetiges Zittern mit den Fühlern besonders auffällt. Bei Eintritt der kühlen Jahreszeit werden sie lethargischer und die überwinternden Imagines verkriechen sich in alle möglichen Schlupfwinkel, wie unter Moos, unter lockere Rinde, in Baummulm, wo man sie im Winter nicht selten in größerer Zahl finden kann.

Als Fortbewegungsart kommt Laufen, Springen und Fliegen in Betracht. Die Sprünge werden oft im Lauf wahllos eingeschaltet, und können z. B. bei *Lariophagus* eine Sprungweite bis 5 cm erreichen (Hase, 1919); manchmal werden Wegstrecken mehr im Springen als im Laufen zurückgelegt, was eine wesentliche Beschleunigung bedeutet (Flucht vor Gefahr) [1]. Bei *Trichogramma* spielt

---

[1]) Hase (1919) beobachtete bei *Lariophagus* häufig auch noch ein Umherrollen auf dem Boden um die eigene Längsachse (wahrscheinlich mißglückte Sprünge oder Flüge).

nach Wellenstein die Flugaktivität, deren Intensität sich nach der Temperatur richtet, eine entscheidende biologische Rolle (für das Auffinden der Eier); vor allem treten hier häufig „Sprungflüge" in Erscheinung, die in einer Abwechslung von Fliegen und Springen bestehen (Wellenstein, 1934).

Als Nahrung dienen den freilebenden Imagines hauptsächlich tierische und pflanzliche Säfte, Honigtau, Wasser usw. Nach Eidmann und Wellenstein (1934) kommen für *Trichogramma* im Walde „die zuckerhaltigen Exkremente von Aphiden (Rindenläuse wie *Lachnus* usw.) und Cocciden in Frage".

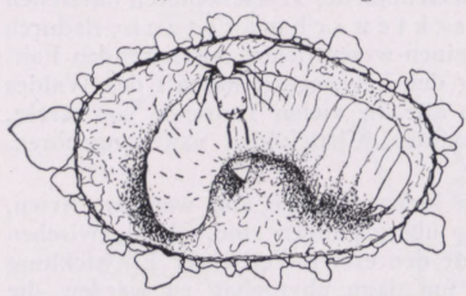


Abb. 292. Weibchen von *Cephalonomia* in Freßstellung, schematisch. Nach van Emden

In der Gefangenschaft kann man die Schlupfwespen mit allen möglichen süßen Stoffen füttern. Hase (1925) benutzte zur Fütterung seiner *Trichogramma* „süßen Mehlkleister, Birnensaft, Pfirsichsaft, Marmelade, Bananen und etwas verdünnten Honig neben gewöhnlichem Leitungswasser zum Trinken, alles wurde ohne Zögern angenommen". Eidmann (1927) fütterte seine *Ichneumon nigritarius* mit Zuckerwasser und konnte sie auf diese Weise wochenlang am Leben erhalten [1]). Doch nehmen gewisse Arten, vor allem solche, die in Vorratsschädlingen schmarotzen, auch feste Nahrung (wie Getreideteilchen) zu sich.

Manche Schlupfwespen ernähren sich zum Teil auch von den Körpersäften anderer Insekten, und zwar derjenigen, die ihren Larven als Wirte dienen. Zu diesem Zweck beißen sie ein kleines Loch in die Haut der Wirtslarve, z. B. *Cephalonomia* (Abb. 292) oder aber — und das scheint die Regel zu sein — stechen sie ihr Opfer an, um dann die austretende Flüssigkeit abzulecken [2]). Das Anzapfen kann oftmals wiederholt werden, am gleichen Tier sowohl als auch an verschiedenen anderen, wobei diese vollständig leer getrunken werden können [3]). Wo der Nahrungsspender in einem Kokon liegt, wird dieser von der hungrigen Wespe durchnagt, oder aber es bildet sich um den Legebohrer während des Stiches eine dünne gallertige Röhre, die die Verbindung zwischen dem angestochenen Tier und

---

[1]) „Dabei stürzten sich die lebhaften Tiere alsbald gierig auf die dargebotene Nahrung und es erhob sich ein lebhaftes Gebalge. Eins suchte das andere von den besten Tropfen wegzubringen und oft fielen ganze Knäuel von Kämpfenden auf den Boden des Gefäßes, wo der Streit fortgesetzt wurde."

[2]) Hase (1925) beobachtete, daß das *Trichogramma*-♀ nach Herausziehen des Bohrers lebhaft mit dem steil abgerichteten Hinterleib auf die Stickstelle stößt und infolge dieses „Knetens" winzige Flüssigkeitströpfchen aus der Stichöffnung austreten, die von dem betreffenden ♀ gierig aufgeleckt werden. Nach Hase dient dieser Vorgang nicht nur der Ernährung; sondern die Mütter „kosten" damit zugleich von der Nahrung, auf die sie ihre Brut anweisen, so daß also hier neben den Geruchsorganen auch die Geschmacksorgane der mütterlichen Tiere für die Auswahl der Wirtseier eine bestimmte Rolle spielen.

[3]) Nach Muesebeck und Dohanian (1927) stach in einem Fall das ♀ des Hyperparasiten *Hemiteles tenellus* die im Kokon liegende Larve bzw. Puppe von *Apanteles melanoscelus* Rtzb. 47mal an, bevor es das Ei an die letztere legte.

der Kokonoberfläche herstellt, und aus der die Wespe den austretenden Körpersaft trinkt. Das Bedürfnis der weiblichen Wespen nach bei diesen Arten (meist Chalcididen, dann auch Bethyliden) mit der Ausbildung der Ovarien in Verbindung zu stehen bzw. zum endgültigen Heranreifen der Eier notwendig zu sein (Imms 1931, Speyer 1937, Hase 1935).

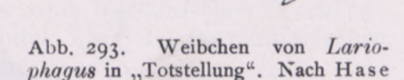


Abb. 293. Weibchen von *Lariophagus* in „Totstellung". Nach Hase

Andererseits gibt es eine ganze Reihe von Schlupfwespen, die in völlig reifem Zustand die Puppe verlassen und ohne weiteres zur Kopula und Eiablage schreiten können, z. B. *Banchus femoralis* Thoms., *Habrobracon juglandis* Ashm. und viele andere.

Übrigens können die Schlupfwespen auch längere Zeit (nach der Art und der Temperatur verschieden) hungern. Hase (1937) konnte *Habrobracon juglandis* bei Zimmertemperatur bis zu 1 Monat, bei 4—5 ° C bis zu 2 Monaten ohne Nahrung am Leben erhalten, van Emden *Cephalonomia* bei Zimmertemperatur 20 Tage; *Angitia armillata* kann rund 5 Tage hungern usw.

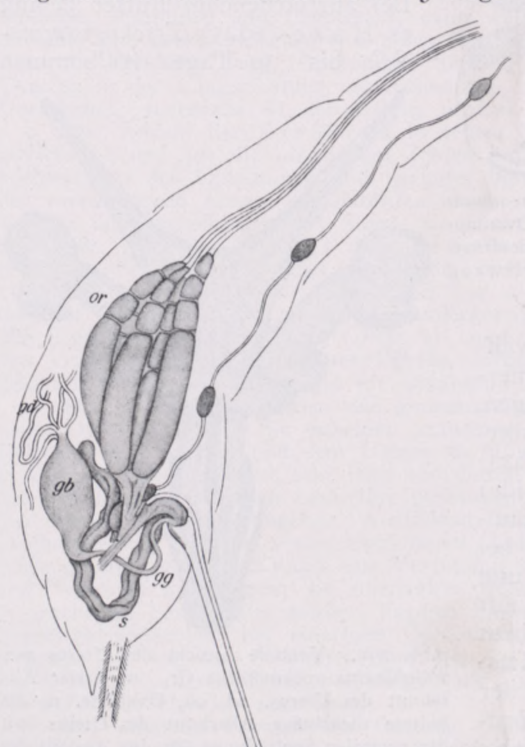


Abb. 294. Der ♀ Geschlechtsapparat von *Stenichneumon pistatorius* F. or Ovarium, gd Giftdrüse, gb Giftblase, gg Giftgang, s Schmierdrüse. Aus Stellwaag nach Pampel

Eine wichtige Rolle im Leben der Schlupfwespen spielt die Putztätigkeit. Sie wird zwischen allen anderen Handlungen dauernd eingeschaltet. Vor und nach dem Freßakt, dem Umherlaufen, der Kopula und dem Stechakt: andauernd wird geputzt. In welcher Weise dies geschieht, in welcher Reihenfolge die einzelnen Organe geputzt werden und welche Beinpaare jeweils dazu benützt werden, darüber gibt Hase eine eingehende Schilderung. Von allen Seiten werden die einzelnen Körperteile bearbeitet, vornehmlich aber die Fühler als die Träger der wichtigsten Sinnesorgane, dann aber auch die Mundteile, das Abdomen und die Flügel (s. auch H. Schulze 1924).

Treten plötzlich ungewöhnliche Gefahren anzeigende Vorgänge in das Leben einer Schlupfwespe ein, so kann man häufig die auch von vielen

anderen Insekten bekannte Totstellung als Schutzreflex beobachten. So läßt nach Hanna Schulze (1924) *Habrobracon* bei starken Erschütterungen die Füße von der jeweiligen Unterlage los und zieht die Extremitäten einschließlich der Fühler so fest als nur möglich an den Leib an; in dieser Haltung bleibt die Wespe auf der Seite oder am Rücken bis zu 150 Sekunden liegen. Ähnliches berichtet Hase (1919) von dem Kornkäfer- und *Anobium*-Parasiten *Lariophagus distinguendus* Först., der die „Totstellung" häufig auch nach Sprüngen einnimmt (Abb. 293).



Abb. 295. Geschlechtsapparat von *Pyracmon melanurus* Holmgr. (Ophionine). or Ovarium, od linker Ovidukt, s die riesige Schmierdrüse, g der rudimentäre Giftapparat. Aus Stellwaag nach Pampel

Was die Lebensdauer der Imagines betrifft, so hängt diese nicht unwesentlich von äußeren Lebensbedingungen ab. Bei ausreichendem Futter gelang es Hase (1925) *Trichogramma*-♀♀ bis 30 Tage vollkommen munter am Leben zu erhalten, während sie ungefüttert bei Zimmertemperatur schon nach 4—6 Tagen, bei + 4—7 °C nach 10 Tagen starben. Die ♀♀ des *Anobium*-Parasiten *Cephalonomia* (Proctotrupide) lebten in den Versuchen van Emdens (1931) im Winter bei Zimmertemperatur ohne Nahrung rund 20, mit Wasser 32, mit Zuckerwasser 62 und mit Wirtsbrut 124 Tage, im Sommer mit Wirtsbrut 58—75 Tage (je nach der Temperatur). Die ♂♂ von *Habrobracon juglandis* lebten in Hases Versuchen bei Ernährung und Zimmertemperatur 24, die ♀♀ 78 Tage, wie überhaupt die Lebens-

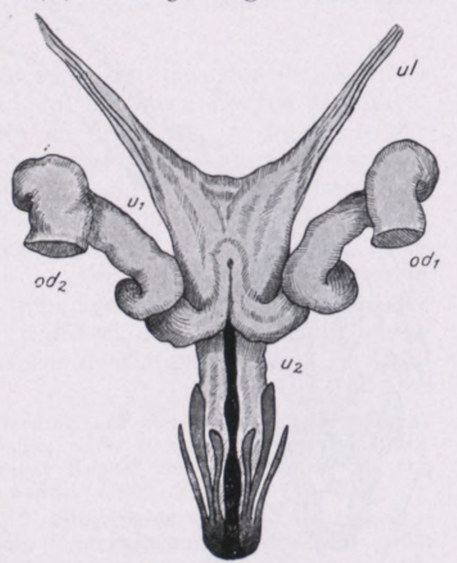


Abb. 296. Ventrale Ansicht des Uterus von *Polyblastus cothurnatus* Gr. u_1 Erster Abschnitt des Uterus, od_1 od_2 Ovidukte, u_2 der hintere rückläufige Abschnitt des Uterus mit der ventralen Spaltöffnung für den Austritt der Eier. Dieser Abschnitt ist versteift durch Chitinäste, die sich vom Legestachel nach hinten fortsetzen. Der Legeapparat ist unter u_2 verborgen. Aus Stellwaag nach Pampel

dauer der ♂♂ meist wesentlich kürzer ist als die der ♀♀. Bei im Freien überwinternden Arten verlängert sich die Lebensdauer entsprechend der Zeit der Winterstarre.

Fortpflanzung

Die weiblichen Geschlechtsorgane und die Eier

Zum Verständnis der physiologischen und bionomischen Vorgänge bei der Fortpflanzung ist ein kurzer Überblick über die morphologischen und anatomischen Verhältnisse nötig.

Die eingehendsten vergleichenden Untersuchungen über die weiblichen Geschlechtsorgane der Schlupfwespen verdanken wir Pampel (1913), dem wir hier in der Hauptsache folgen:

Der weibliche Geschlechtsapparat (Abb. 294) setzt sich zusammen aus den beiden Ovarien mit ihren Ovidukten, dem Uterus, dem Giftapparat, einer Schmierdrüse und dem Legestachel. — Die Ovarien werden von zwei über dem Darmkanal gelegenen Eiröhrenbündeln gebildet, deren Größe und Gestalt bei den einzelnen Genera immer sehr verschieden ist. Sie haben Spindelform und neigen beiderseits mit ihren Spitzen zusammen. Die vorderen Enden sind an einem gemeinsamen Ligament aufgehängt, das von der dorsalen Chitindecke des Thorax ausgeht. Die hinteren Enden laufen in zwei längere oder kürzere Ovidukte aus, die sich zu einem gemeinsamen Uterus vereinigen. Sind die Ovidukte kurz (Ichneumoninen, Pimplinen und Cryptinen), dann weichen die Ovarien in der Mitte auseinander und lassen zwischen sich einen Spalt zum Durchgang des Darmkanals frei. Sind die Ovidukte lang (Ophioninen und Tryphoninen), dann schließen sich die Ovarien in der Längsrichtung eng zusammen, und nur die Ovidukte umgreifen den Darmkanal. Jedenfalls ist der Uterus ventral gelegen.

Die Anzahl der Eiröhren in jedem Ovarium schwankt je nach der Art zwischen 4 und 40; die niedrigsten Zahlen findet man bei den Ichneumoninen, die höchsten bei den Ophioninen und darunter besonders bei *Anomalon.* Entsprechend der verschiedenen Anzahl der Eiröhren beanspruchen die Ovarien bei den einzelnen Formen auch verschieden viel Raum, ein Umstand, der das anatomische Bild stark beeinflußt. Auch die Anzahl der Eier in einer Eiröhre ist sehr wechselnd. So enthalten die Eiröhren vieler Pimplinen, besonders auch der großen Holzbohrer (*Ephialtes* usw.) trotz ihrer Länge oft nur 2—3 Eier, während in einer Eiröhre mancher Ophioninen oft 20—30 aneinandergereiht sind. Natürlich hängt die Anzahl der Eier durchaus von ihrer Größe ab, und man wird sich nicht wundern, bei den erwähnten Holzbohrern sehr große, langgestreckte Eier zu finden, bei den Ophioninen dagegen kurze und oft annähernd kugelförmige.

Die Ovidukte stellen den gemeinsamen Ausführkanal sämtlicher Eiröhren eines Ovariums dar. Sie scheinen manchmal ein nur kurzes Verbindungsstück zwischen den Ovarien und dem Uterus zu bilden (Ichneumoninen und Pimplinen); in anderen Fällen sind sie sehr lang und dienen als Eireservoire; außerdem scheinen ihnen dann noch zuweilen besondere physiologische Eigenschaften zuzukommen, die den kurzen Ovidukten abgehen. Auffallend lange, oft mit Eiern ganz vollgestopfte Ovidukte findet man bei vielen Ophioninen (Abb. 295). Da ihnen zur völligen Ausbreitung nicht genügend Raum zur Verfügung steht, sind sie zu großen Windungen und Schleifen gezwungen; sie übertreffen unter Umständen die Ovarien um das 2—3fache an Länge. Bei solchen Formen bilden sie die Hauptmasse des gesamten Geschlechtsapparates; bei einzelnen Ophioninen (z. B. *Angitia*) verschwinden die Ovarien fast vor den Ovidukten, und man ist beim ersten Anblick leicht geneigt, die in ihren vorderen Teilen besonders stark angeschwollenen Ovidukte fälschlicherweise für die Ovarien anzusehen.

Bei jüngeren Formen der Gattung *Ophion,* wie z. B. bei *Ophion luteus,* weisen die Ovidukte in ihrer ersten Hälfte keinen inneren Hohlraum auf, sondern sind massiv, so daß also jede Verbindung der hinteren Hälfte der Geschlechtswege mit den Ovarien unterbrochen ist. Und doch findet sich die zweite, stark angeschwollene Hälfte der Ovidukte, selbst bei ganz jungen Tieren, prall mit Eiern angefüllt, die fest in dasselbe gelbe Gewebe eingebettet sind, aus dem auch der massive Teil der

Ovidukte besteht. Ob diese Eier schließlich doch schon als junge Keime aus den Ovarien hierher gelangt sind, oder ob sie selbständig im Ovidukt angelegt worden sind, läßt sich ohne histologische Untersuchungen schwer entscheiden [1]).

Der Uterus ist, allgemein gesprochen, ein Sack zur Aufnahme der Eier aus den beiden Ovidukten, die entweder getrennt oder zu einem gemeinsamen Gang vereinigt in ihn einmünden. Seine Funktionen sind nicht recht klar. Die Eier scheinen sich nicht längere Zeit in ihm aufzuhalten. Er trägt dorsal das unpaare Receptaculum seminis, durch dessen Inhalt die Eier vor ihrem Austritt in die Legeröhre befruchtet werden. Es scheint durchaus nicht bei allen Ichneumoniden vorhanden zu sein; so hat Pampel es z. B. bei *Paniscus* und *Dyspetes* vergeblich gesucht. Der Bau des Uterus ist keineswegs durchweg einheitlich; er kann birnförmige Gestalt haben oder Bandform annehmen.

Abb. 297. Drei Entwicklungsstadien eines Ovarialschlauches von *Ichneumon nigritarius*. ez Eizelle, ef Endfaden, ek Eikern, fe Follikelepithel, kl Keimlager, nf Nährfach, nz Nährzelle, of Eifach, re reifes Ei ohne Nährfach, zu zerfallende Nährzellen. Nach Eidmann

Der Uterus mündet in den Legestachel ein. Dieser läßt meist schon aus seinem äußeren Bau auf die Lebensweise des betreffenden Insekts schließen. So haben Formen, die im Holze sitzende Käferlarven heimsuchen, naturgemäß einen langen Legestachel; an diesem überrascht nur die außerordentlich geringe Dicke, ein Umstand, der sich aber leicht erklären läßt, wenn man weiß, wie diese Ichneumoniden beim Einbohren verfahren. Andere Formen, die — wie viele Pimplinen — die Wandungen von Schmetterlingspuppen durchstoßen, zeichnen sich durch einen besonders kräftigen Stachel aus, während solche, die weichhäutige Raupen anstechen, durch eine feine Spitze charakterisiert sind.

Der Stachel setzt sich stets aus drei Teilen zusammen, die sich um den Stachelgang zusammenschließen, nämlich einem kräftigen, den Stachel in der Hauptsache ausmachenden dorsalen Teil, der „Stachelschiene", und zwei gleichen ventralen „Stachelgräten" (oder Stechborsten), die in die übergreifenden Ränder

[1]) Wenn die Ovidukte in der vorderen Hälfte völlig massiv, d. h. ohne Lumen sein sollten, so ist nicht zu verstehen, wie die in den Ovarien gebildeten Eier nach außen gelangen können. Es ist möglich, daß der von Pampel geschilderte Zustand nur zeitweilig besteht oder aber, daß das Lumen so klein ist, daß es bei der mikroskopischen Untersuchung nicht zu sehen ist.

der Stachelschiene derart eingepaßt sind, daß sie sich in dieser Führung durch Muskelzug leicht hin und her bewegen lassen. Dieser Stechapparat wird von einem Paar gleichartiger Stücke, den „S t a c h e l s c h e i d e n" bedeckt.

Neben dem Uterus mündet in den Legestachel noch der G i f t a p p a r a t (Abb. 294 u. 298). Man kann daran drei Abschnitte unterscheiden: 1. die Drüsenschläuche, 2. ein Reservoir für das Secret der Drüsenschläuche, die „Giftblase", 3. einen in den Stachel mündenden Ausführgang aus diesem Reservoir.

Der letzte Bestandteil des Geschlechtsapparates ist die S c h m i e r d r ü s e, ein einfacher, nie verzweigter Drüsenschlauch, der nach einem kurzen Bogen in den Stachel einmündet.

Die E i r ö h r e n der Schlupfwespen gehören durchwegs (oder wenigstens zum weitaus größten Teil) dem polytrophen Typus an (Abb. 297), d. h. es wechseln in ihnen Eifach und Nährfach miteinander ab (s. Bd. I S. 106). Ersteres ist mit je einer Eizelle versehen, während letzteres zahlreiche Nährzellen enthält, die dem heranwachsenden Ei die zur Ernährung nötige Dottersubstanz liefern. So wird mit dem Fortschritt der Eireifung das Nährfach immer kleiner und verschwindet schließlich ganz (Abb. 297 C).

Abb. 298. Übersicht über den weiblichen Geschlechtsapparat eines frisch geschlüpften *Ichneumon nigritarius*. st Legestachel, u Uterus; die übrigen Bezeichnungen wie in Abb. 294. Nach Eidmann

Der Entwicklungszustand der Ovarien beim Schlüpfen kann recht verschieden sein. „Vielfach ist schon das eine oder das andere reife Ei vorhanden, doch trifft man auch Tiere, deren Ovarien überhaupt keine reifen Eier enthalten. Fast stets ist bei *Ichneumon nigritarius* Grav. das eine Ovar weiter entwickelt als das andere (Abb. 298), wie auch die Eischläuche selbst verschiedene Entwicklungszustände aufweisen. Beim Schlüpfen der ♀♀ ist stets ein großer Fettkörper vorhanden, dessen Reserven wahrscheinlich größtenteils zur weiteren Entwicklung der Ovarien aufgezehrt werden" (E i d m a n n 1926).

Bezüglich der E i f o r m e n herrscht die größte Mannigfaltigkeit, wie die beigegebenen Abbildungen zeigen. Häufig, besonders bei den Ichneumonen sind sie ähnlich den Eiern der Honigbiene: langgestreckt, länglich schlauchförmig, mehr oder weniger gekrümmt (*Pimpla, Habrobracon* usw.) (Abb. 299 a); oft ist das Vorderende etwas dicker als das Hinterende. Die winzigen Eier von *Trichogramma* sind länglich-oval, das Vorderende verdickt, das Hinterende mehr zugespitzt (Abb. 299 b u. c), in ihrer Größe stark schwankend, selbst bei Eiern, die von einem ♀ in einem Stechakt abgelegt werden (Länge von 0,08—0,11 mm). Die Eier von *Blastothrix* u. a. sind flaschenförmig (Abb. 299 d—f). Nicht selten bleibt der Eistiel mehr oder weniger deutlich erhalten; daneben kommt es häufig zur Bildung längerer Fortsätze, besonders bei solchen Arten, die ihre Eier außen an den Wirt anheften (Abb. 299 k). Die meisten Schlupfwespeneier besitzen ein zartes elastisches Chorion und haben eine mehr oder weniger glatte

Oberfläche, doch gibt es auch solche, die dicht mit feinsten Dörnchen besetzt sind, wie die des Chalcidiers *Eurytoma* (Abb. 299 i).

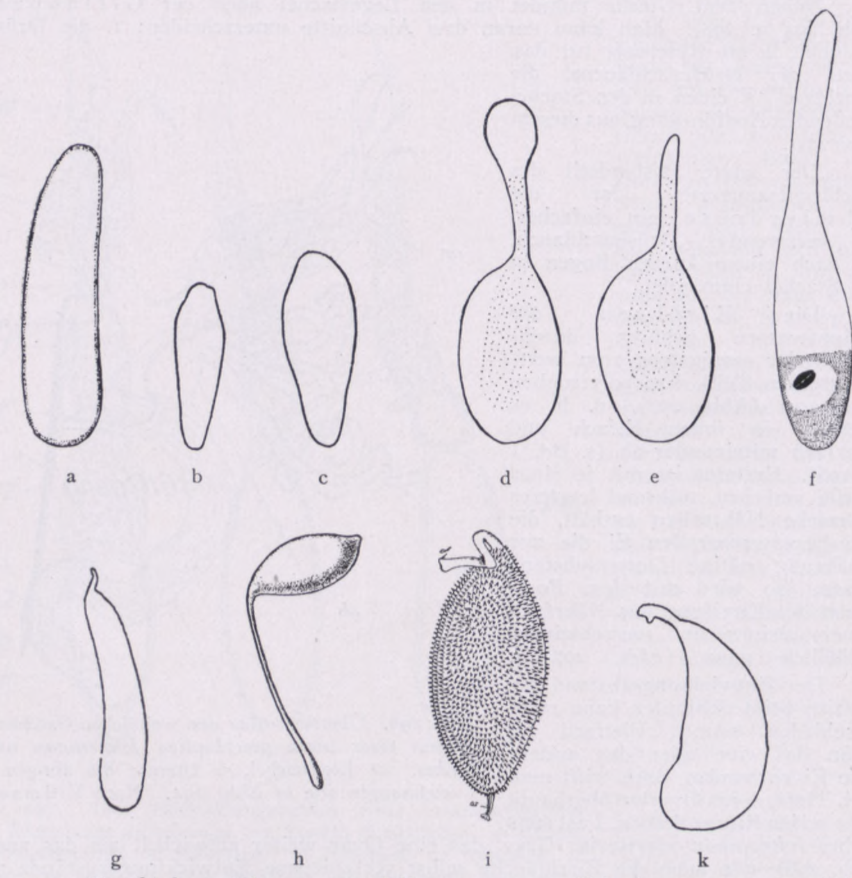


Abb. 299. Verschiedene Eiformen von Schlupfwespen. a *Habrobracon*, b und c *Trichogramma* (kleine und große Form) (nach Hase), d *Blastothrix sericea* vor der Ablage, e dasselbe nach der Ablage (nach Parker), f *Encyrtus fuscicollis* Dalm. (nach Marchal), g *Apanteles glomeratus* L. (nach Grandori), h *Bruchophagus funebris* (nach Berlese), i *Eurytoma* spec. (nach Berlese), k *Polyblastus cothurnatus* (nach Pampel)

Die verschiedenen Arten der Fortpflanzung

Unsere Kenntnisse über die Fortpflanzungsverhältnisse der Schlupfwespen sind noch recht lückenhaft (s. Hase 1937). Nach unserem heutigen Wissensstand scheinen folgende Fortpflanzungsarten vorzukommen:

1. Die Fortpflanzung ist rein zweigeschlechtlich; 2. die Gamogenie ist zwar die Regel, doch kommt daneben mehr oder weniger häufig Parthenogenese vor; 3. Parthenogenese ist die Regel; ♂♂ treten nur selten und vielleicht auch nur auf bestimmte Verbreitungsgebiete beschränkt auf; 4. Parthenogenese ist die einzige Fortpflanzungsart, d. h. ♂♂ fehlen ganz (obli-

gatorische Parthenogenese), und 5. Heterogonie, d. h. regelmäßiges Abwechseln einer gamogenetischen und parthenogenetischen Generation.

Das Vorkommen der obligatorischen Parthenogenese [1]) wie auch der Heterogonie bei Schlupfwespen bedarf noch der weiteren Klärung. Erstere schließt man zum Teil auch aus dem Fehlen eines Receptaculum seminis bei einigen Arten [2]), und bezüglich der Heterogonie findet sich bis jetzt meines Wissens nur eine einzige Angabe in der Literatur [3]).

Bezüglich des Geschlechtes der parthenogetisch erzeugten Nachkommen herrscht (ähnlich wie bei den Blattwespen) große Mannigfaltigkeit: Aus parthenogenetisch gelegten Eiern können entstehen:

1. nur Männchen (Arrhenotokie),
2. nur Weibchen (Telytokie) [4]),
3. sowohl Männchen als auch Weibchen,
   a) mit stark überwiegender Zahl des einen Geschlechtes, entweder der ♂♂ oder der ♀♀,
   b) mit annähernd gleicher Zahl der beiden Geschlechter.

Da unsere Kenntnisse in dieser Beziehung noch sehr am Anfang stehen, so dürfte es verfrüht sein, allgemein gültige Regeln für die einzelnen systematischen Gruppen der Schlupfwespen aufzustellen. Es kommen auch Fälle vor, daß ein ♀ zuerst parthenogenetisch nur ♂♂ erzeugt und später befruchtet wird (auch von ihren eigenen Söhnen) und nunmehr beide Geschlechter hervorbringt.

---

[1]) Muesebeck und Dohanian erzogen von *Hemiteles tenellus* Say. (Hyperparasit) durch 3 Jahre hindurch rein parthenogenetisch 12 Generationen von ♀♀.

[2]) Hase (1937) ist bezüglich des Vorkommens der obligatorischen Parthenogenese etwas skeptisch: Während z. B. der bekannten Mehlmottenschlupfwespe *Nemeritis canescens* Grav. lange Zeit eine rein parthenogenetische Fortpflanzung zugeschrieben wurde, ist später von ihm das wenn auch seltene Auftreten von ♂♂ festgestellt worden (Hase 1937). Wenn von einer Schlupfwespe ♂♂ nicht gefunden worden sind, so können nach Hase (1937) verschiedene Umstände dafür in Betracht kommen: „1. Sehr große Seltenheit der Männchen; sie ist aber noch längst nicht dem völligen Fehlen eines Geschlechts gleichzusetzen. 2. Männchen treten nur auf, wenn ein bestimmter Wirtswechsel vorher stattgefunden hat. Dieser Fall bedeutet veränderte Ernährungsbedingung für die Larven. 3. Das Fehlen der Männchen ist nur geographisch bedingt. In der ursprünglichen Heimat von *Nemeritis* (und ihrem Wirte, der Mehlmotte) traten Männchen häufiger oder sogar regelmäßig auf." Im letzteren Falle würden wir es also mit zwei geographischen Rassen zu tun haben: einer zweigeschlechtlichen und einer eingeschlechtlichen parthenogenetischen Rasse.

Übrigens scheinen in solchen Fällen, in denen die ♂♂ nur selten aufzutreten pflegen (obige Gruppe 3), die ♂♂ auch bezüglich ihrer Potenz verschieden zu sein, so daß Hase (1937, S. 56) bei *Nemeritis* „geschlechtstüchtige" und „geschlechtsuntüchtige" (sterile) Individuen unterscheidet.

[3]) Nach Kunkel d'Herculais und Langlois soll der in *Haltica* schmarotzende *Perilitus brevicollis* Hal. zwei Generationen besitzen, von denen die erste, die aus überwinterten Käfern stammt, beide Geschlechter besitzt und nach vollzogener Kopula in den Käferlarven eine Sommergeneration erzeugt, die nur aus ♀♀ besteht, die dann parthenogenetisch wieder die Käfer belegen (s. Speyer 1925, S. 137).

[4]) Selbst nahverwandte Arten sind in dieser Hinsicht verschieden. So werden von *Hemiteles tenellus* Say. parthenogenetisch nur ♀♀ erzeugt, von dem kaum davon zu unterscheidenden Hemiteles areator Pz. dagegen nur ♂♂ (Muesebeck u. Dohanian 1927).

Übrigens kann auch die Nachkommenschaft von befruchteten ♀♀ starke Schwankungen bezüglich des Geschlechterverhältnisses zeigen. So erzielte Hase (1922) in einem Fall von einem einmal befruchteten ♀ 74 Nachkommen, und zwar 43 ♂♂ und 31 ♀♀; in einem anderen Fall von einem ebenfalls nur einmal befruchteten ♀ 131 Nachkommen, und zwar 129 ♂♂ und nur 3 ♀♀. Bei zweimaliger Befruchtung wurden von einem ♀ 51 % Männchen und 49 % Weibchen erzogen. Jedenfalls geht aus diesen Beispielen hervor, daß die Befruchtung in dieser Beziehung durchaus nicht überall als gleichwertiger Faktor eingesetzt werden kann.

So ist es, entsprechend den verschiedenen Fortpflanzungsarten, verständlich, daß das Zahlenverhältnis der Geschlechter sehr verschieden ist, nach den Arten sowohl wie auch bei ein und derselben Art.

Bei der kleinen *Cephalonomia* (Proctotrupide) beträgt nach van Emden das Verhältnis Männchen : Weibchen 1 : 3,5, bei *Lariophagus distinguendus* nach Hase 1 : 2,7. Beling (1933) dagegen erhielt in ihren Zuchten von *Angitia armillata* 80 % ♂♂ im Durchschnitt (im einzelnen ♂ : ♀ von je 1 ♀ wie 13 : 1, 23 : 0, 30 : 0, dann gelegentlich auch 14 : 12, 11 : 7 usw.; nur in einem einzigen Fall von etwa 50 Beobachtungen erschienen ausschließlich ♀♀). Hase (1922) hat bei über 2000 gezüchteten Individuen von *Habrobracon juglandis* das durchschnittliche Verhältnis von ♂♂ : ♀♀ = 15 : 10 festgestellt. Jedoch sind meist starke Schwankungen zu beobachten, die nach Hase folgendermaßen zu erklären sind: „Sind wenig ♂♂ vorhanden, dann bleibt die Mehrzahl der ♀♀ unbefruchtet und erzeugt parthenogenetisch ♂♂. Deren Zahl nimmt dann rasch zu, und infolgedessen sind jetzt fast alle ♀♀ befruchtet, so daß wiederum die Zahl der weiblichen Nachkommen anwächst. Schließlich wird letztere so groß, daß das Wechselspiel von neuem beginnt."

Die Unterscheidung der beiden Geschlechter ist in den meisten Fällen nicht schwer. Der gedrungene Bau und der Legebohrer machen die ♀♀ ohne weiteres kenntlich. Wo der Bohrer nicht sichtbar ist, geben oft die kräftigeren, mehr gebogenen, eingerollten und hell geringelten Fühler ein gutes Unterscheidungsmerkmal gegenüber den ♂♂, die meist längere, mehr vorgestreckte und selten hell geringelte Fühler besitzen [1]).

Liebesspiele und Kopula

Die Fortpflanzungsvorgänge werden oft mit einem Liebesspiel eingeleitet. Von den vielen Angaben darüber seien nur einige herausgegriffen:

So die anschauliche Schilderung von Hase (1919) über seine Beobachtungen an dem Kornkäferparasiten *Lariophagus dinstinguendus* Först.: „Die Männchen laufen zunächst hinter den Weibchen her und ersteigen dann, je nach der augenblicklichen Stellung der letzteren, deren Rücken, wobei sich das Männchen mit seinen drei Fußpaaren an den Seiten seiner Partnerin festklammert (Abb. 300 a). Da die Weibchen größer sind als die Männchen, so laufen diese gewandt auf dem Rücken möglichst weit nach vorn, vielfach unter Ausschwingen der Flügel. Dieses geschieht wohl deshalb, um das Gleichgewicht besser zu erhalten; denn die weiblichen Tiere bleiben bei der Kopulation und den einleitenden Vorgängen nicht immer ruhig sitzen. Hat das Männchen die richtige Stellung inne, so beginnt es, das Weibchen in Erregung zu versetzen, indem es mit den Innenseiten seiner Fühler, die es weit spreizt, die Außenseiten der Antennen des Weibchens peitscht. Nach Aufschlagen der Fühler streicht das Männchen noch ein Stück an den Fühlern des Weibchens nach vorn zu entlang, um schließlich mit seiner Fühlerkeule auf die Fühlerspitze der Partnerin nochmals kurz aufzutippen. Das Entlangstreichen und das Auftippen wird drei- bis viermal wiederholt, dann holt das männliche Tier zu neuem Schlage aus und der ganze Vorgang beginnt von vorn mit nachfolgendem Streicheln und Auf-

[1]) In seltenen Fällen kommt noch Flügellosigkeit als Merkmal des ♂ hinzu wie bei manchen *Trichogrammatinae* (Silvestri 1908, Hase).

tippen. Alles dies wird mehrmals wiederholt, bis das Weibchen genug erregt ist. Wenn dieses der Fall ist, dann läuft das Männchen gewandt auf dem Rücken, sich rückwärts bewegend, nach dem abdominalen Ende zu und hängt sich an dieses an, um die Kopulation auszuführen. Dies gelingt jedoch nicht immer sofort. In diesem Falle läuft das Männchen wieder nach vorn (mit oder ohne Zuhilfenahme der Flügel) und peitscht noch einige Male die Antennen seiner Partnerin. Ist diese nun genügend sexuell erregt, so kommt die Kopulation zustande, und zwar in der in Abb. 300 b wiedergegebenen Stellung. Das männliche Tier hängt am Hinterleibsende des Weibchens, sein Abdomen mit dem säbelförmigen Penis (dieser wird nicht selten bereits beim Liebesspiel hervorgestoßen) nach vorn zu wendend und den Penis in die Geschlechtsöffnung einführend. Letztere liegt nicht an der Spitze des Abdomens, sondern ventral vor dieser. Um sich in dieser schwierigen Lage festhalten zu können, benutzt das Männchen die Flügel. Seine Fühler sind dabei steil nach oben gerichtet, während die des Weibchens nach unten geschlagen waren, wenigstens in den von mir beobachteten Fällen. Nach wenigen Sekunden trennen sich die Tiere. Sind die Männchen sehr kopulationslustig, so versuchen sie wohl noch eine zweite, ja dritte Kopulation."

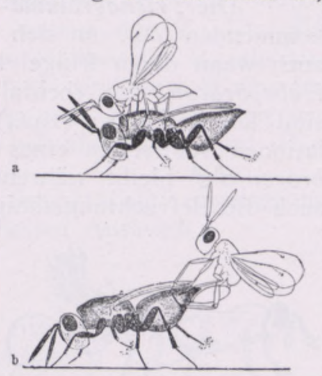
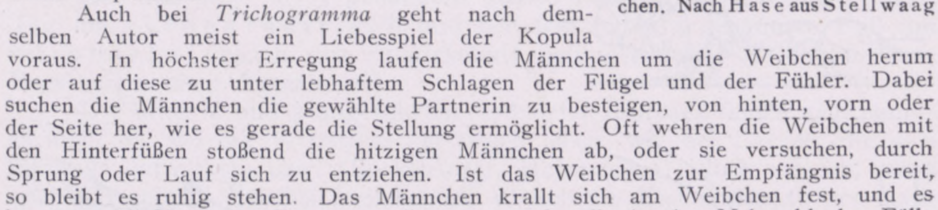


Abb. 300. Liebesspiel und Begattung von *Lariophagus distinguendus* (Först.) Kurdj., beide Male oben Männchen, unten Weibchen. Nach Hase aus Stellwaag



Auch bei *Trichogramma* geht nach demselben Autor meist ein Liebesspiel der Kopula voraus. In höchster Erregung laufen die Männchen um die Weibchen herum oder auf diese zu unter lebhaftem Schlagen der Flügel und der Fühler. Dabei suchen die Männchen die gewählte Partnerin zu besteigen, von hinten, vorn oder der Seite her, wie es gerade die Stellung ermöglicht. Oft wehren die Weibchen mit den Hinterfüßen stoßend die hitzigen Männchen ab, oder sie versuchen, durch Sprung oder Lauf sich zu entziehen. Ist das Weibchen zur Empfängnis bereit, so bleibt es ruhig stehen. Das Männchen krallt sich am Weibchen fest, und es kommt schließlich eine Paarungsstellung zustande, die in der Mehrzahl der Fälle so ist, wie sie die Abb. 302 a halbschematisch veranschaulicht."

Sehr merkwürdige Balztänze führt der Mehlmottenparasit *Nemeritis canescens* Grav. (Ichneumonide) auf. Kommt ein Männchen in die Nähe eines Weibchens, so erfolgt sofort ein stoßweißes Hin- und Herlaufen und Umlaufen des ♀ unter trillernder Fühlerbewegung und taktmäßigem Schwirren der Flügel und wippender Bewegung des nach oben gerichteten Hinterleibes. Wenn es daraufhin noch nicht zur Kopula kommt, nehmen die ♂♂ eine höchst charakteristische Hockstellung ein, wobei der Hinterleib mit weit gesperrten Gonopoden nach vorn gebogen wird und das 1. Beinpaar als Greiforgan ebenfalls nach vorn gerichtet ist (Abb. 301); sie können bis zu 5 Minuten in dieser Stellung verharren.

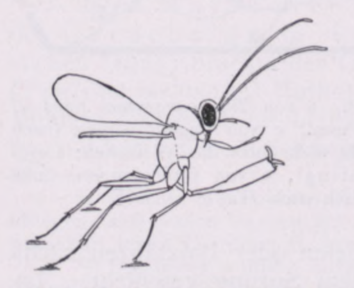


Abb. 301. Balzstellung des *Nemeritis canescens*-Männchens. Halbschematisch. Nach Hase

Der Paarungstrieb der ♂♂ ist meist sehr stark[1]) — darin stimmen alle Beobachter überein, während die ♀♀

[1]) Wie oben (S. 295) schon erwähnt, können ausnahmsweise auch geschlechtlich inaktive ♂♂ auftreten (bei *Nemeritis*), die sich nicht im geringsten um ♀♀ kümmern und auch niemals eine Begattung ausüben, und die Hase (1937) als geschlechtsuntüchtige, d. h. sterile Individuen bezeichnet. Nach Dautert-Willimzik (1931) zeigen diese auch in der Länge der Fühler usw. keine Abweichungen von den ♀♀, sondern der einzige Unterschied besteht in dem Bau der äußeren und inneren Geschlechtsorgane.

sich mehr passiv verhalten und oft auch die zudringlichen ♂♂ abzuwehren versuchen.

Die *Trichogramma*-♂♂ erwarten schon auf den Wirts-Eiern die auskommenden ♀♀, um sich sofort, wenn diese schlüpfen, auf sie zu stürzen, auch wenn deren Flügel noch gar nicht entfaltet sind. Bei den ♂♂ von *Habrobracon*, die ebenfalls nach dem Schlüpfen sofort begattungsfähig sind, konnte Hase (1924) in 1 Stunde bis zu 10 und im ganzen 28 Kopulationen von seiten eines ♂ beobachten. Der Paarungstrieb der *Habrobracon*-♂♂ bleibt während der ganzen Lebensdauer voll bestehen, wenn auch die Befruchtungsfähigkeit mit steigendem Alter nachläßt.

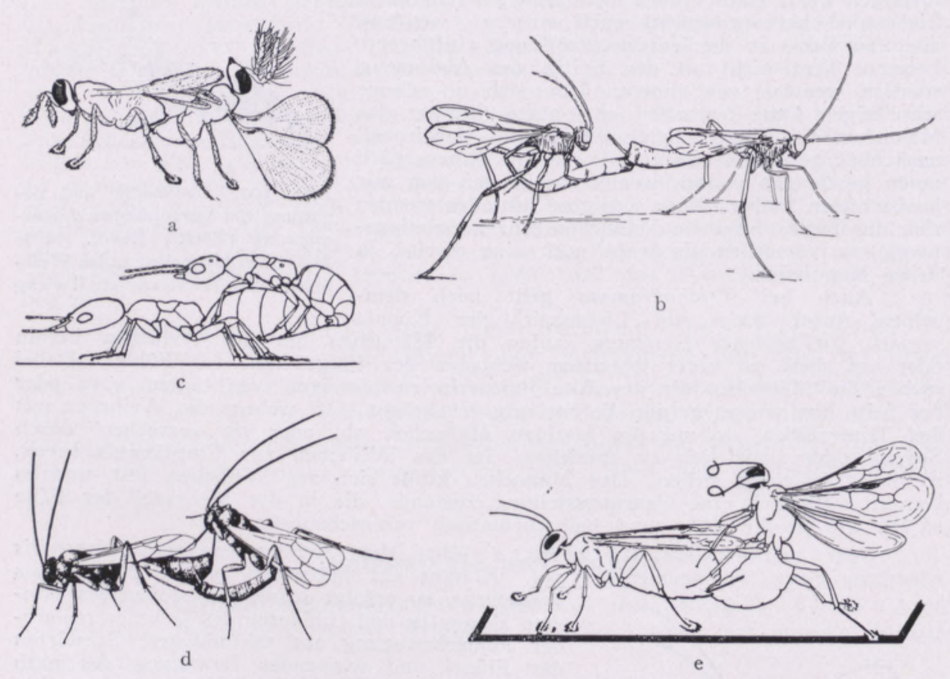


Abb. 302. Paarungsstellung von verschiedenen Schlupfwespen. a von *Trichogramma*, links ♀, rechts ♂ (halbschematisch), b von *Heteropelma calcator* Wesm., c von *Cephalonomia* (nach van Emden), d von *Angitia armillata* (das Männchen faßt mehr links das Weibchen; Legebohrer des Weibchens nach rechts oben gelagert,) (nach Beling), e von *Habrobracon*, links Weibchen, rechts Männchen (halbschematisch nach Hase)

Nach mehr oder weniger langen Liebesspielen oder Balztänzen sucht das ♂ das ♀ zu ersteigen, was häufig mit einem Sprung geschieht. „Ist das ♂ nahe genug am Hinterende des ♀, versucht es mit einem Satz aufzuspringen. Die Annäherung des ♂ erfolgt behutsam, fast schleichend, das Aufspringen gleich einer Überrumpelung" (Beling 1933, über die Kopula von *Angitia armillata*). Hat sich das ♂ auf dem ♀ festgesetzt, und sind die Geschlechtsöffnungen der beiden miteinander verklammert, so beginnt die Paarung. Diese kann verschieden lang dauern. Von wenigen Sekunden bis zu 10 Minuten und länger, wobei das ♀ nach einiger Zeit sich fortbewegend oft das daranhängende ♂ mit sich zieht. Während der Kopula werden von seiten des ♂ oft typische Bewegungen der Flügel und Fühler

ausgeführt; auch bewegen sich die Klammerorgane des ♂ und das Abdomen des ♀ rhythmisch. Ist die Kopula beendet, erfolgt die Trennung der Partner durch plötzliches Loslassen der Klammern seitens des ♂, oder durch energische Abstreifbewegungen der Hinterbeine seitens des ♀. Die ♂♂ sind sogleich wieder paarungslustig und verfolgen oft dasselbe ♀, mit dem sie eben kopuliert haben, von neuem. Oder aber sie sind, wie Hase bei *Habrobracon* beobachtet hat, so erschöpft, daß sie nachher einige Zeit wie tot daliegen in der Haltung, in der sie vom ♀ abgefallen sind (Erschöpfungsstarre).

Über die verschiedenen Kopulations-Stellungen geben die beigegebenen Abbildungen (Abb. 302 a—e) am besten Auskunft.

Eiablage

Die Eiablage kann in verschiedener Weise erfolgen:

1. Die Eier werden vollkommen frei abgelegt [1]),
2. die Eier werden in unmittelbarer Nähe des Wirtes abgelegt,
3. die Eier werden außen auf dem Wirt befestigt [2]),
4. die Eier werden in den Wirtskörper versenkt, entweder einfach in die Leibeshöhle oder in bestimmte Organe (Ganglien, Mitteldarm usw.).

Bei den unter 1—3 genannten Fällen handelt es sich zum größten Teil um ektoparasitisch und bei dem unter 4 genannten Fall um entoparasitisch sich entwickelnde Schlupfwespen. Doch ist diese Regel nicht ohne Ausnahme [3]).

Die unter 2 und 3 angeführten Arten der Eiablage finden sich hauptsächlich da, wo die Wirtstiere verborgen leben, wie bei Larven, die sich im Holz entwickeln usw. (Borkenkäfer, Holzwespen); doch werden, wenn auch nur selten, auch bei freilebenden Wirten die Eier außen an der Haut befestigt, wie z. B. an Eulenraupen durch den Chalcididen *Cratotechus longicornis* Thoms. und an der Raupe von *Orgyia antiqua* durch *Euplectrus bicolor* (s. unten S. 329).

Beim Aufspüren und Erkennen der Opfer zur Eiablage spielt der Geruchsinn in der Regel die Hauptrolle. In Speyers Versuchen (1925) brachte der Geruch von zugesetzten Wirten die Schlupfwespe (*Perilitus melanopus* Ruthe) sogleich in große Aufregung: lebhaft mit den Fühlern schlagend durcheilte sie, meist laufend, das Zuchtglas. Nach Cushmann beträgt die Reichweite des Geruchsinns bei einer anderen *Perilitus*-Art

---

[1]) Hierher *Perilampus tristis,* dessen ♀♀ eine große Zahl Eier auf Nadeln ablegen, und dessen Larven bei anderen Parasiten des Kieferntriebwicklers als Hyperparasiten leben (s. unten S. 339).

[2]) Die unter 2 und 3 aufgeführten Arten der Eiablage können auch bei ein und demselben Tier beobachtet werden. So legt nach Silvestri (1907) das ♀ von *Elasmus flabellatus* seine Eier sowohl (und zwar als Regel) außen an die Räupchen der Ölmotte (*Prays oleellus* F.), als auch gar nicht selten neben dieselbe unter das von diesen gefertigte Gespinst. Dasselbe berichtet Hase (1923) von dem Braconiden *Habrobracon juglandis* Ashm., dessen Eier sowohl außen auf der Raupe (Mehlmottenraupe) angeklebt, als auch einfach unter die (gelähmte) Raupe abgelegt oder aber auch in ihrer nächsten Nähe in deren Gespinst abgesetzt werden.

[3]) Speyer (1923) zieht bei dem Braconiden *Trichomalus fasciatus* die Möglichkeit in Betracht, daß das Ei wohl in den Körper des Wirtes versenkt wird, daß aber die Larve sekundär ektoparasitisch lebt. Auch die Larve von verschiedenen *Perilampus*-Arten lebt zuerst im Latenzstadium im Wirt, um erst später sich ektoparasitisch zu entwickeln.

mindestens 2,5 cm und nach Diamond für *Nemeritis* 7,5—10 cm. Auf ihr Gesicht verläßt sich die Wespe anscheinend erst dann, wenn der Wirt auf etwa 1 cm nahe gerückt ist. Nach Hase (1922, 1923) folgt *Habrobracon juglandis* Ashm. streng den einzelnen Fährten des Wirtes, um so von der zunehmenden Reizstärke geleitet, das Opfer zu finden [1]). Eidmann (1924) nimmt an, daß zur Unterscheidung der Wirte, wo es sich um auffallende Färbungen handelt (wie bei der schwarzen *Aphis sambuci),* auch schon der „optische Eindruck genügen wird", daneben aber der Geruch eine große Rolle spielt. Es scheint jedoch auch Schlupfwespen zu geben, deren Geruchssinn und Gesichtssinn nur schlecht ausgebildet ist. So werden nach Wellenstein (1934) von den *Trichogramma*-♀♀ die Wirtseier nicht einmal in größter Nähe gewittert; erst wenn jene buchstäblich auf sie herlaufen, wird der Stichreiz ausgelöst. Wenn in solchen Fällen trotzdem hohe Parasitierungsgrade vorkommen, so können diese nur durch die starke Vermehrung der Wespe und die große Beweglichkeit („Sprungflüge") erklärt werden.

Viele Schlupfwespen-♀♀ vermögen auch bereits angestochene, d. h. bereits eibelegte von eifreien Individuen zu unterscheiden. Wahrscheinlich treten hier die Sinnesorgane, mit denen die Enden der Stachelscheiden oft in großer Menge besetzt sind, in Funktion (Eidmann.) Andere scheinen dieses Unterscheidungsvermögen nicht zu besitzen und kümmern sich nicht im geringsten darum, ob eine Raupe bereits mit Parasiteneiern belegt ist, sondern stechen solche wahllos immer wieder an. Ihnen scheint jeder Sinn der Fürsorge für die Entwicklung ihrer Nachkommenschaft zu fehlen (Bledowski u. Krainska über *Banchus femoralis).*

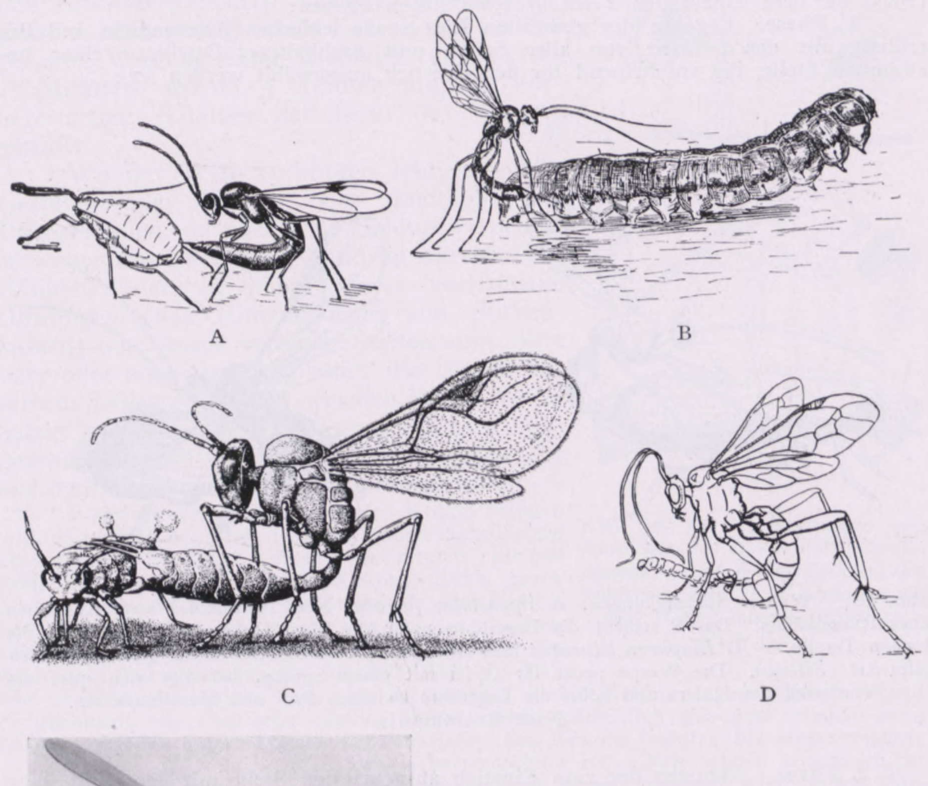
Das Verhalten der Schlupfwespen-♀♀ beim Legeakt bzw. Stechen zeigt verschiedene Formen. Zunächst ist zu betonen, daß Stechen und Eiablage durchaus nicht immer zusammenfallen, d. h. nicht jeder Stechakt zugleich Eiablage bedeutet. Das Stechen wird häufig zu ganz anderen Zwecken ausgeführt, wie zur Nahrungsgewinnung aus dem Körpersaft des Wirtes (s. oben S. 288) oder zur Lähmung (s. unten S. 305). Niemals fallen Stech- und Legeakt zusammen bei den ektophagen Schlupfwespen; hier bedeutet das Stechen neben eventueller Nahrungsaufnahme die Lähmung (oder auch Tötung) des Opfers, in dessen Nähe oder auf dessen Oberfläche später die Eier abgesetzt werden [2]). So beginnt der Brotkäferparasit *Cephalonomia quadridentata* erst einige Tage, nachdem das ♀ die Wirtslarve durch Stiche gelähmt und sich von deren Körpersäften genährt hat, mit der Eiablage: es „glättet" zuerst (rund 5 Minuten lang) eine Stelle der Haut, wo dann das Ei angeheftet wird (van Emden, 1931). Übrigens werden durchaus nicht alle Wirte von ektophag lebenden Schlupfwespenlarven vor der Eibelegung gelähmt; sondern es gibt eine ganze Reihe von Fällen, in denen die Wirte ungelähmt bleiben und sich weiter entwickeln. In solchen Fällen werden die Eier mit Hilfe des Eistiels verankert, so daß bei der Häutung ihr Abstreifen verhindert wird.

---

[1]) Selbst 6 Monate alte Laufspuren des Wirtes wurden von *Habrobracon* aufgenommen und verfolgt.

[2]) Die Lähmung kann übrigens auch erst später durch die aus den Eiern ausgekommenen Larven erfolgen (s. unten S. 321).

Die Körperhaltung des stechenden oder eierlegenden ♀ kann recht verschieden sein. Meistens wird der Hinterleib stark herabgebogen und zwischen den Beinen nach vorn geschoben, oft so weit,



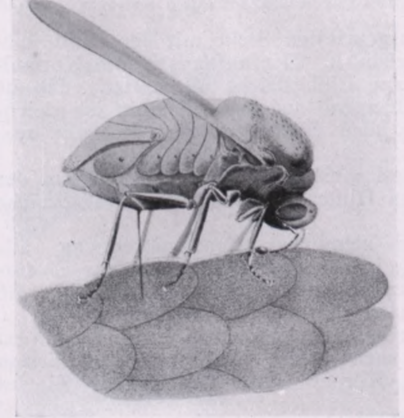


Abb. 303. Stichstellung verschiedener Schlupfwespen. A *Lysiphlebus*, eine Blattlaus anstechend (nach Webster), B *Paniscus ocellaris*, eine Raupe anstechend (nach Chewyreuv), C *Trioxys*, eine Blattlaus anstechend (nach Eidmann), D *Banchus femoralis* Thoms. beim Anstechen einer jungen Kieferneulenraupe (nach Bledowski und Krainska), E *Encyrtus fuscicollis* Dalm. beim Anstechen eines *Hyponomeuta*-Eies (nach Marchal)

daß die Hinterleibspitze mit dem Stachel vor den Kopf zu liegen kommt (Abb. 303 A—D). Andere stemmen sich fest auf die Beine, strecken den Hinterleib gerade von sich, den Bohrer senkrecht hierzu stellend (Abb. 303 E). Die Stachelscheiden nehmen dabei verschiedene Stellungen

ein, indem sie geradeaus gehalten oder vorne über den Körper weg gebogen werden usw.

Bezüglich der Einzelheiten des Stechaktes unterscheidet Hase (1925) bei dem Eiparasiten *Trichogramma* sieben Phasen:

1. Phase. Begehen des gewählten Eies sowie lebhaftes Abtrommeln und Betrillern mit den Fühlern von allen Seiten und nachhaltiges Betrillern einer bestimmten Stelle, die anscheinend für den Einstich ausgewählt werden soll.

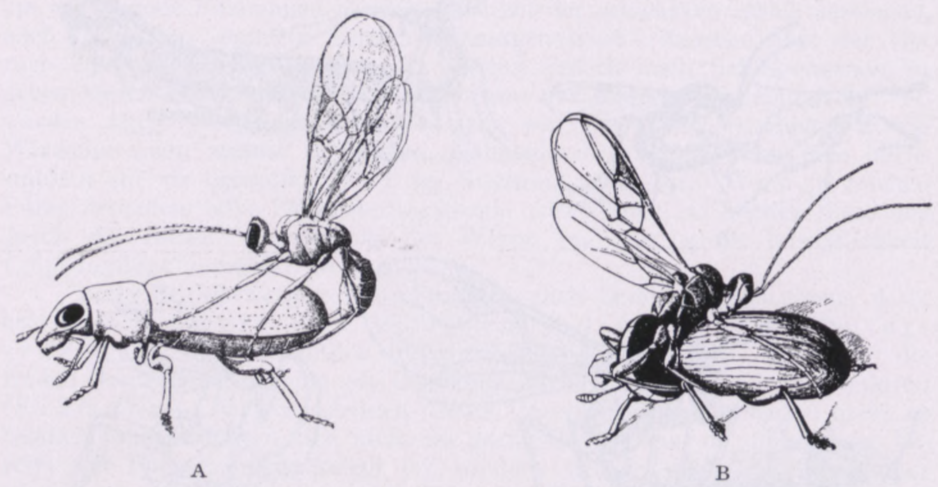


Abb. 304. Weitere Stichstellungen: A *Pygostolus falcatus* Nees (Braconide) beim Anstechen eines Rüsselkäfers. Das ♀ schiebt die Legeröhre unter die Flügeldecken und durchbohrt die dünnen Tergite. — B *Liophron lituratus* Hal. (Braconide) beim Anstechen der gleichen Rüsselkäfer-Art (*Sitona*). Die Wespe packt ihr Opfer mit einem Sprung, befestigt sich quer am Vorderteil des Käfers und bohrt die Legeröhre zwischen Pro- und Mesothorax ein. Nach Brammanis

2. Phase. Abtasten der zum Einstich ausgewählten Stelle mit der Hinterleibspitze und mit den etwas vorgestülpten Bohrerscheiden. Der anfangs in der Normallage gehaltene Hinterleib wird dabei lotrecht zur Eioberfläche aufgesetzt. Ob die Wespe selbst horizontal, senkrecht, schief, überhängend auf dem Ei sitzt, ist gleichgültig. Sie krallt sich genügend fest, um in allen Stellungen den Stechakt ausführen zu können.

3. Phase. Aufsetzen der Bohrerspitze und Ausklappen des Bohrers aus der Scheide, so daß derselbe frei von der Mitte des Hinterleibs aus auf die Oberfläche des Eies ragt.

4. Phase. Einstoßen des Bohrers unter ziemlicher Kraftanstrengung, allmähliches Senken des Körpers, damit der Bohrer in der ganzen Länge in das Ei eindringen kann. Ist der Bohrer in seiner ganzen Länge eingesenkt, so berührt die Unterseite des Hinterleibes leicht die Eioberfläche.

5. Phase. Auf- und Abstoßen des Bohrers, zeitweiliges Zittern des ganzen Körpers, leichte Biegungen des Hinterleibes nach rechts und links. In diesem Stadium dürfte das Schlupfwespenei aus dem Körper treten und in das Ei des Wirtstieres versenkt werden.

6. Phase. Herausziehen des Bohrers und Zurückklappen in die Normallage.

7. Phase. Nachträgliches Betrillern der Stichstelle und Wegwandern oder: Umdrehen und Aufsaugen der aus dem Stichkanal jetzt erst oder schon beim Einstechen seitlich vom Bohrer hervorquellenden Tröpfchen.

Die Dauer des Vorgangs der Eiablage ist sehr verschieden; er kann blitzartig schnell vor sich gehen, andererseits mehrere Sekunden bis mehrere Minuten betragen. Ja, bei ein und derselben Art existieren oft

große Unterschiede in dieser Beziehung, so hat Hase bei *Trichogramma* Zeiten von 55 Sekunden bis über 5 Minuten beobachtet. Bei dem seine Eier außen auf die Haut des Wirtes anheftenden Brotkäferparasiten *Cephalonomia quadridentata* beansprucht nach van Emden der gesamte Vorgang einer Eiablage rund 11 bis 12 Minuten, wovon 5 Minuten auf die Vorbereitungen (Glätten der Haut des Wirtes) entfällt.

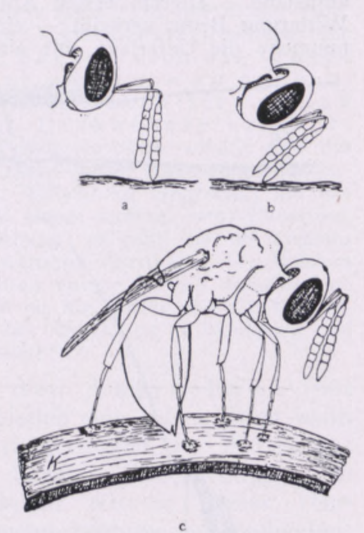


Abb. 305 A. Vorbereitungen zum Anstechen des Opfers durch *Lariophagus*: a und b Abtrillern mit den Fühlern (Phase 1), c Abtasten mit dem Hinterleibsende (Phase 2). Nach Hase

Wo der Wirt verborgen lebt in einem Gespinst oder Kokon, oder innerhalb von Pflanzenteilen, da sucht das Schlupfwespen-♀ entweder die trennende Wand zu durchbeißen (Kokon) oder es dringt durch vorhandene Öffnungen (wie Einbohrlöcher von Borkenkäfern) oder durch verletzte Stellen zum Wirt vor, oder aber es durchbohrt die Wand mit seinem Legestachel. In welcher Weise Wirte belegt werden, die in Gespinsten eingeschlossen sind, schildert Hase (1924) sehr anschaulich an *Lariophagus distinguendus*.

Wenn dieser seine Eier in den Kokon bringen will, so werden zunächst die einleitenden Handlungen ausgeführt (Betrillern einer bestimmten kleinen Stelle auf der Außenseite des Kokons) (Abb. 305 A a u. b), dann Abtasten dieser Stelle mit dem Hinterende des Abdomens, bzw. den Enden der Stachelscheiden (Abb. 305 A c), dann Geradestellung des Abdomens und Einstoßen des Stachels (Abb. 305 B a), wie sie oben geschildert sind. Ist der Stachel in den Kokon eingedrungen, so wird er gleichsam als elastische Sonde, deren Spitze willkürlich gebogen werden kann (Abb. 305 B b), zum Abtasten der Innenseite des Kokons benutzt, bis eine geeignete Stelle herausgefühlt ist. „Wie schnell und geschickt diese sondierende Arbeit geleistet wird, unter Vor- und Rückwärtsgehen, unter seitlichem Ausweichen und Biegungen aller Art des ganzen Stachels, ist ganz überraschend. Das ♀ dirigiert den Legeapparat genau so sicher, wie es sonst z. B. die Fühler gebraucht. Wenn das erstemal keine geeignete Stelle gefunden wird, so wird der Kokon ein zweites, ein drittes Mal usw. durchstochen, bis endlich die richtige Stelle ‚abgefühlt' ist, dann folgt die Eiablage entweder an die Wirtslarve oder an die Kokoninnenwand und erst nach der Eiablage folgt dann der lähmende Stich in die Wirtslarve."

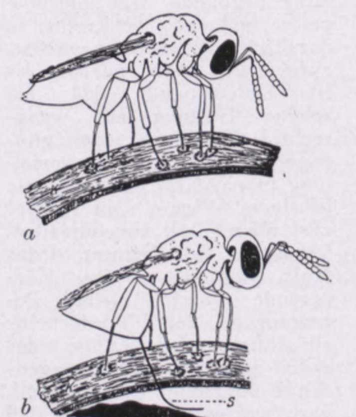


Abb. 305 B. Stech- und Legeakt von *Lariophagus*: a Einstoßen des Bohrers, b Abtasten der Innenseite des Kokons mit der elastischen biegsamen Bohrerspitze. K = Kokon, S = Stachel. Nach Hase

Ganz besondere Verhältnisse liegen da vor, wo die Eier an Wirte tief im Holz gebracht werden müssen, wie z. B. an *Sirex*-Larven. Hier handelt es sich darum, den Bohrer mehrere Zentimeter tief in das Holz zu versenken. Dingler (1923) und Baer (1924) berichten über die Art und Weise, wie dies bei *Ephialtes manifestator* geschieht.

Nach Dingler laufen die Schlupfwespen mit waagrecht gehaltenem Körper und Legebohrer,

die Flügel vielfach auf das Abdomen gelegt in kurzen ruckweisen Bewegungen auf den gefällten und geschälten Stämmen herum, dabei mit den Fühlerspitzen das Holz abtastend. „Diesem ersten Abtasten folgt — offenbar an Stellen, an welchem die Witterung Beute verheißt — eine gründlichere Untersuchung, die darin besteht, daß nunmehr die Unterlage mit einer längeren Strecke der Fühler berührt wird. Die 18 mm langen Antennen sind jetzt, etwa 10 mm von der Basis entfernt, abgeknickt und liegen mit dem übrigen distalen Teil von 8 mm Länge dem Boden auf (Abb. 306 b). In dieser Stellung werden sie in schnellen Vor- und Rückwärtsbewegungen über das Holz gestrichen und gleichzeitig das Abdomen mit dem Bohrer in eine erst schräge, schließlich senkrechte Stellung aufgerichtet. Sodann wird der Bohrer umgelegt und ebenfalls senkrecht mit der Spitze auf die Unterlage aufgesetzt. Diese Stellung kann bei dem Unterschied der Körperlänge von 34 mm und der Bohrerlänge von 45 mm nur durch ein enges Zusammenrücken und Strecken der Beine erreicht werden, wobei der Längenunterschied zwischen erstem und drittem Beinpaar (15 mm und 30 mm) eine wichtige Rolle spielt (Abb. 306 c). Der Bohrer ist jetzt noch von den beiden Bohrerklappen umgeben. Diese werden aber, sobald das Einbohren in das Holz begonnen, von ihm losgelöst und etwa senkrecht, in der Richtung der Körperachse, aufgestellt (Abb. 306 d). Es ist einleuchtend, daß bei solcher Haltung auf waagrechter Unterlage eine günstigere Gleichgewichtsverteilung erreicht ist, als wenn sie in einem Winkel vom Körper abstünden. Mit zunehmendem Versenken des Bohrers in das Holz wird das vordere Körperende durch kleine Bewegungen der Vorderbeine allmählich, der Länge des noch aus dem Holz ragenden Bohrerteiles entsprechend, nach vorne gebracht, so daß schließlich wieder eine dem Bild a ähnliche Körperhaltung erreicht ist. Während des ganzen Vorganges wird das Abstreichen des Holzes mit dem Endteil der umgebogenen Fühler ununterbrochen fort-

Abb. 306. Die Schlupfwespe *Ephialtes manifestator* L. bei der Vorbereitung zur Eiablage. Nach Dingler. Erklärung im Text

gesetzt und bleiben die Flügel ebenfalls die ganze Zeit über dem Körper flach aufgelegt." D i n g l e r s Beobachtung reichte bei einem Tier bis zu dem in Abb. 306 e dargestellten Zustand, bei welchem der Bohrer etwa 1 cm tief in das Holz eingeführt war. Der weitere Vorgang wird durch B a e r geschildert: „Nachdem der Bohrer etwa 1 cm tief in das Holz eingetrieben war, b e g a n n s i c h d i e W e s p e u n t e r t r i p p e l n d e r B e w e g u n g i h r e r B e i n e u m j e n e n z u d r e h e n, z u e r s t l a n g s a m, d a n n s c h n e l l e r u n d i m m e r s c h n e l l e r, s o d a ß m a n l e b h a f t a n d a s B o h r e n m i t e i n e m D r e h b o h r e r e r i n n e r t w u r d e. Anfangs rückt der Bohrer noch kaum merklich vorwärts, sobald aber die drehende Bewegung der Wespe in das schnellere Tempo geriet, fuhr derselbe zusehends in die Tiefe und war in weit kürzerer Zeit vollständig eingesenkt als das anfängliche Bohren bis zu 1 cm erfordert hatte. Bei einem andern *Sirex*-Parasiten, *Rhyssa*, verläuft das Versenken des Bohrers ohne Drehung; es geht aber so langsam vor sich, daß innerhalb 10 Minuten oft kaum ein weiteres Vorrücken des Bohrers wahrzunehmen ist. Diesem unterschiedlichen Verhalten entspricht die verschiedene Form des Bohrers: bei *Ephialtes* ist er drehrund und ist die Spitze mit schräg verlaufenden schneidenden Kielen gewindeartig besetzt; bei *Rhyssa* ist er bandartig und die Spitze mit querverlaufenden Kielen (Raspel) besetzt [1])."

Die p h y s i o l o g i s c h e W i r k u n g d e s A n s t e c h e n s (mit oder ohne Eiablage) auf den Wirt kann verschieden sein. Der Stich kann ohne irgendwie bemerkbare physiologische Veränderungen des Wirtes vor sich gehen oder aber, wie oben schon gesagt, Lähmungserscheinungen bei ihm hervorrufen. Nach H a s e (1924) können wir in dieser Hinsicht folgende Vorkommnisse bezüglich der Stechwirkungen unterscheiden: 1. Ein Teil der Schlupfwespen versenkt mit dem Stich zugleich ein Ei in den Larvenkörper. Hier sind als unmittelbare Folge des Stiches k e i n e a u f f a l l e n d e n V e r ä n d e r u n g e n zu bemerken, so daß es fraglich erscheint, ob hier überhaupt ein Gift produziert wird. 2. Ein anderer Teil von Schlupfwespen l ä h m t durch ihren Stich die Beutetiere, legt aber seine Eier niemals in dieselben, sondern stets außen an oder unmittelbar neben sie. Die auskommenden Larven fressen die Larve also in mehr oder weniger gelähmtem, aber noch lebendem Zustand auf (Biophagie). 3. Ein dritter Teil von Schlupfwespen s t i c h t s e i n e B e u t e e i n f a c h t o t und legt die Eier an den Kadaver, den dann die Larven verzehren (Necrophagie) [2]).

Die L ä h m u n g kann ungemein rasch, „blitzartig" auf nur einen Stich hin eintreten oder aber allmählich in mehreren Minuten oder Stunden eintreten [3]). Die Endwirkung ist immer die gleiche: Die a k t i v e B e w e g l i c h k e i t b z w. d i e F ä h i g k e i t z u r O r t s v e r ä n d e r u n g d e r g e l ä h m t e n R a u p e n i s t e r l o s c h e n, dagegen arbeitet das Herz der völlig gelähmten Tiere unentwegt weiter und bleibt auch genau wie bei ganz gesunden Raupen durch hohe und niedere Temperaturen im Sinne einer Beschleunigung oder Verlangsamung beeinflußbar. Dieser Zustand kann lange bestehen bleiben, konnte doch H a s e an ge-

---

[1]) Ganz ähnliche Schilderungen über den Vorgang der Eiablage (von *Rhyssa*) geben C h r y s t a l und M y e r s (s. oben S. 261).

[2]) Die beiden letzten Fälle werden im allgemeinen unter den Begriff Ektoparasitismus eingereiht, was sich aber mit dem sonstigen Gebrauch des Wortes „ektoparasitisch" nicht deckt.

[3]) Übrigens kann der Stich der gleichen Wespe bei verschiedenen Wirtstieren recht verschiedene Wirkungen hervorrufen. So ist die Wirkung des *Lariophagus*-Stiches auf die Brotkäferlarven eine viel mildere (die gelähmten Larven können bis zu 48 Tagen leben) als auf die Larve des Braconiden *Habrobracon*, die innerhalb kurzer Zeit (einige Stunden bis höchstens 1—2 Tage) abstirbt (H a s e).

lähmten Mehlmottenraupen noch nach 5 Monaten nach dem Stich eine Herztätigkeit feststellen. Im übrigen zeigen die gelähmten Tiere ein kaum verändertes Aussehen gegenüber den gesunden[1]).

Das Benehmen der angegriffenen Tiere gegen die stechende Schlupfwespe ist recht verschieden. „Während sich viele Wirte, z. B. die Blattläuse, den Angriffen von Schmarotzerwespen gegenüber äußerlich völlig teilnahmslos verhalten, kann man bei Raupen und Afterraupen beobachten, daß sie sich gegen den Stich wehren. Besonders lebhafte und kräftige unter ihnen machen oft verzweifelte Schläge mit einem Ende ihres Körpers. Auch Puppen schlagen manchmal mit dem Hinterleib, wobei sie drehende Bewegungen ausführen. Es mag ihnen auf diese Weise wohl gelingen, einen Angriff hier und da abzuwehren, doch kommen sie auf die Dauer einer unermüdlichen Schmarotzerwespe gegenüber nicht auf. Die meisten Abwehrmittel bleiben dem Parasiten gegenüber unwirksam[2]).

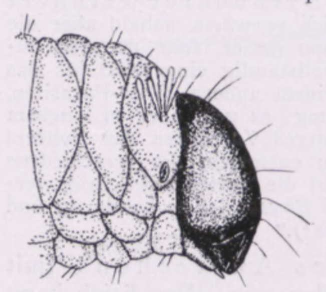


Abb. 307. Vorderer Körperabschnitt einer *Hylobius*-Larve mit 5 Eiern von *Bracon* spec. auf dem 1. Segment. Nach Munro

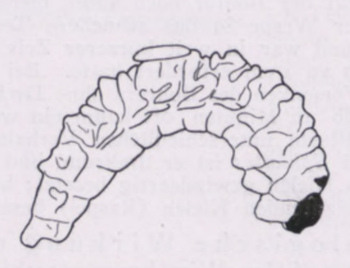


Abb. 308. Altlarve von *Anthonomus pomorum* L. mit Ei von *Pimpla pomorum* Ratz. Nach Speyer

Es gibt wohl kaum ein Insekt, das sich vollkommen gegen die Angriffe der Schlupfwespen wehren kann, bzw. absolut geschützt ist. Wir haben oben schon gehört, daß selbst mehrere Zentimeter tief im Holz befindliche *Sirex*-Larven nicht sicher sind, ebenso bilden dichte Gespinste, Kokons usw. keinen Schutz, ja sogar in die durch mehr oder weniger dicke und harte Schichten umgebenen Gallenkammern der Gallwespen vermögen Schlupfwespen vorzudringen, um ihre Eier in die dort befindlichen Gallwespenlarven zu bringen. Selbst Wasserinsekten sind nicht



Abb. 309. Die Raupe von *Panolis flammea* mit Eiern von *Banchus* belegt. Im Innern sind die 6 *Banchus*-Eier bzw. Embryonen zu sehen. Nach Bledowski u. Krainska

[1]) Hase weist in diesem Zusammenhang auf die Ähnlichkeit der Wirkung des Pfeilgiftes Curare hin: Auch hier erscheinen die Tiere wie tot (Lähmung der Körpermuskulatur), doch das Herz arbeitet noch kräftig und gleichmäßig weiter.

[2]) Der von dem Braconiden *Pygostolus* angegriffene Rüsselkäfer *Sitona* sucht sich dadurch von dem auf ihm sitzenden Feind (Abb. 305 A) zu befreien, daß er sich zu Boden fallen läßt und sich auf den Rücken kehrt. Doch meist ohne Erfolg — der kleine Reiter läßt sich von der einmal gewonnenen Stellung nicht so leicht herunterbringen (Brammanis 1932).

frei von Parasiten, wie es ja auch echte Wasserschlupfwespen gibt (Proctotrupiden), deren Imagines gute Schwimmer sind. Auch zu Ameisenlarven finden gewisse Schlupfwespen ihren Weg trotz der Anwesenheit zahlreicher wehrhafter Ameisen. Ebensowenig gewähren harte Panzer eine absolute Sicherheit (wie wir bei parasitierten Elateridenlarven oder bei parasitierten Imagines sehen können), noch scheinen „widerliche" Gerüche ein voller Schutz gegen Schlupfwespen zu sein. Wohl mögen solche Eigenschaften eine gewisse schützende bzw. abwehrende Wirkung haben — gibt es doch Insekten, die nur verhältnismäßig wenig unter Parasiten zu leiden haben (wie z. B. *Lygaeonematus abietum)* —; doch ob es unter dem Riesenheer der Insekten wirklich auch solche gibt, die ganz parasitenfrei sind, ist füglich zu bezweifeln.

Es gibt kein Entwicklungsstadium des Wirtes, das nicht von Schlupfwespen parasitiert werden kann. Weitaus die meisten Schlupfwespenarten greifen Larven bzw. Raupen an, dann folgen Eier- und Puppen-Parasiten und am seltensten sind die Parasiten der Imagines. Auch bezüglich des Alters der einzelnen Stadien werden oft Unterschiede gemacht: so belegt *Apanteles glomeratus* L., einer der häufigsten Kohlweißlings-Parasiten, nur die eben ausgeschlüpften Räupchen, die noch auf den Eischalen sitzen, während er sie später nicht mehr belästigt; ähnlich belegt *Anastatus bifasciatus* nur die frisch abgelegten Eier des Schwammspinners, und *Chalcis flavipes* nur dessen frische Puppe. Während andere Arten in dieser Beziehung weniger wählerisch sind und z. B. Eier oder Raupen in jedem Alter angehen.

An welchen Stellen des Wirtskörpers werden die Eier untergebracht? Die Mehrzahl bringt ihre Eier wahllos, wie es der Zufall will, an irgendeiner Stelle beim Wirtstier unter, sei es (bei ektoparasitischer Entwicklung) außen auf dessen Oberfläche (Abb. 307 u. 308) oder sei es (bei entoparasitischer Entwicklung) in dessen Leibeshöhle. Andererseits werden aber von gewissen Arten bestimmte Organe gewählt: so findet man die Eier von *Polygnotus minutus* im Magen des Wirtes, die von *Trichacis remulus* in der Ganglienkette, die von *Inostemma piricola* im Gehirn und die einer *Platygaster*-Art wurden hauptsächlich im Unterschlundganglion ihrer Wirte gefunden (Abb. 310).

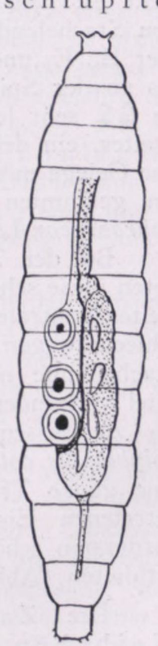


Abb. 310. Larve von *Cecidomyia destructor* mit 4 Eiern von *Polygnotus minutus* im Magen (rechts) und 3 Eiern von *Trichacis remulus* im Bauchmark (links). Nach Marchal aus Stellwaag

Wo es sich bei den Wirten um Imagines mit dicker Chitindecke handelt, werden bestimmte Stellen mit weicher Haut oder vorhandene Öffnungen zum Anstechen benutzt, wie die Nackenhaut, die Intersegmentalhäute, Gelenkhäute der Beine, die Abdominalspitze neben dem After oder der After selbst, besonders bei verstärkten Atembewegungen vor dem Auffliegen oder beim Defäcieren (Kaufmann 1922, Speyer 1925).

Der Mechanismus der Eiablage ist nicht überall der gleiche. In den meisten Fällen wird das Ei durch den Bohrer hindurch in das Opfer geschoben. Es gleitet dabei in der feinen Rinne zwischen Stechborsten und Stachelscheide nach abwärts, was durch die Kleinheit der meisten Eier, ihre Elastizität und die Formveränderlichkeit (der Eiinhalt kann in den Eistiel und den Eifortsatz gepreßt werden und so das Ei sich lange ausziehen) ermöglicht ist. Es gibt jedoch auch Formen, bei denen die Eier nicht in dem Bohrer, sondern ganz oder wenigstens streckenweise außerhalb von ihm bzw. auf ihm nach hinten gleiten. So kommt nach Hase (1922) das Ei von *Habrobracon juglandis* bereits an der Grenze des vorletzten und letzten Drittels zum Vorschein, und zwar so, daß es quer zur Längsachse des Stachels zu liegen kommt. In dieser Stellung rückt es, den Stachel gewissermaßen als Gleitbahn benutzend, langsam dem Stachelende zu, bis es in die Lage kommt, die auf Abb. 311 die Eier E_1, E_2 und E_3 einnehmen. Durch einige ruckweise Bewegungen wird das an der Spitze angekommene Ei von den Stechborsten getrennt. Sind die ♀♀ sehr legereif, so wird in der einmal eingenommenen Stellung ein zweites, ein drittes Ei usw. in gleicher Weise ausgestoßen, wodurch dann jene Gelege mit parallel liegenden Eiern entstehen, die man bisweilen unter den gelähmten Mehlmottenlarven oder an deren Außenseite findet (die *Habrobracon*-Larven leben „ektoparasitisch").

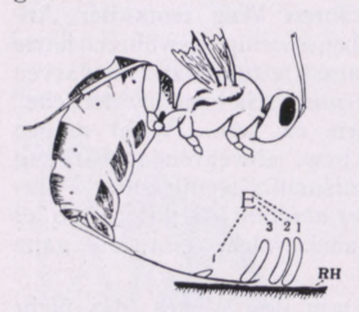


Abb. 311. Stech- und Legeakt des Weibchens von *Habrobracon*. E 1—4 = Eier, RH = Raupenhaut. Halbschematisch. Nach Hase

Bei den Tryphoniden, die sehr große und hartschalige Eier besitzen, treten diese schon vor dem Stachel (durch einen weiten ventralen Spalt im Uterus) aus den Geschlechtswegen aus (s. oben Abb. 296), mit der Stachelrinne nur noch durch einen kräftigen Stiel verbunden, durch den das Ei am Stachel bis zu dessen Ende festgehalten wird. Bei *Polyblastus cothurnatus* Gr. konnte Pampel eine ganze Traube der auf diese Weise ausgetretenen Eier beobachten, von denen die vordersten schon völlig gegliederte Embryonen enthielten (Abb. 312).

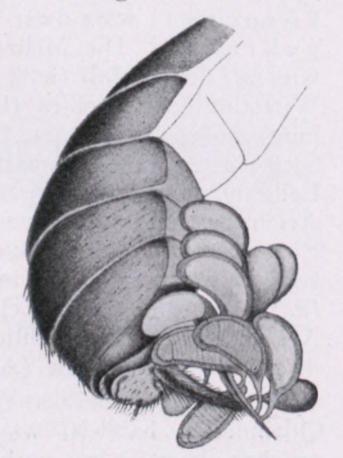


Abb. 312. Abdomen von *Polyblastus cothurnatus* Gr. mit Eiern am Stachel. Nach Pampel (aus Stellwaag)

Die Zahl der Eier, die ein Weibchen produziert, ist je nach der Art sehr verschieden. Bei *Ephialtes*, dessen Eiablage mit großer Anstrengung verbunden ist (s. S. 304), gelangen nur rund 15 Eier zur Reife (in jeder der 4—6 Eiröhren je 2—3 Eier), bei dem kleinen hyperparasitischen Chalcidier *Perilampus tristis* Mayr (s. S. 339) etwa 300—400 und bei *Anomalon* (s. S. 291) etwa 1000 Eier (in jeder der etwa 40 Eiröhren je rund 20—30 Eier). Doch auch bei der gleichen Art können entsprechend

der mitunter stark schwankenden Zahl der Ovariolen (bei *Perilampus* 56—94) große Unterschiede bezüglich der Eiproduktion bestehen.

Wieviel von den produzierten Eiern tatsächlich abgelegt werden, darüber liegen nur wenige positive Angaben vor, da die Art der Eiablage bei Parasiten die Feststellung sehr erschwert. Hase (1923) gibt für den Mehlmottenparasiten *Habrobracon juglandis* (Braconide) als Maximalzahl der von 1 ♀ abgelegten Eier 317 an, Harries (Rev. app. Ent. *25*, 1937, 629) für *Microbracon hebetor* Say. 312 (Durchschnitt 100—200), van Emden für den Brotkäfer-Parasiten *Cephalonomia quadridentata* Duch. als Höchstzahl 76.

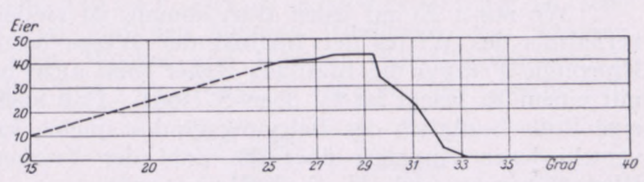


Abb. 313. Eizahl eines *Trichogramma*-♀ bei den verschiedenen Temperaturen. Nach Schulze

Wesentlich beeinflußt kann die Stärke der Eiablage und auch die Eiproduktion durch die Temperatur und die Ernährungsbedingungen des ♀ werden: Bei dem in Mühlen lebenden Mehlmottenparasiten *Habrobracon* hört die Eiablage schon bei + 15 ° auf, ebenso kommt nach Hungerperioden die dadurch unterbrochene Eiablage erst nach längerer Zeit wieder in Gang (Hase 1923). Für den Eiparasiten *Trichogramma evanescens* Westw. gibt H. Schulze eine Kurve über die Zusammenhänge von Temperatur und Eizahl, aus der hervorgeht, daß von 15—29,3 ° die Eizahl von 15 auf 43 steigt, um von da bis 32,3 ° auf 4 herunterzusinken und von 33,3 ° C ab völlig aufzuhören (Abb. 313).

Nicht nur Temperatur und Ernährung, sondern auch der Umstand, ob das ♀ unbefruchtet oder befruchtet ist, kann die Eizahl mehr oder weniger beeinflussen; so stellten sich nach H. Schulze die Eizahlen von unbefruchteten *Trichogramma*-♀♀ zu befruchteten wie 41 : 35.

Die Eiablage findet während der ganzen Lebensdauer des ♀ statt, doch werden die meisten Eier in den ersten Tagen abgelegt, später immer weniger. Bei *Trichogramma evanescens* fällt „die Höchstzahl der insgesamt abgelegten Eier immer auf den 1. Tag, an dem das Weibchen mit den Wirtseiern in Berührung kommt; das ist normalerweise der 1. Lebenstag (Abb. 314). Auf diese Höchstleistung hin folgen gewöhnlich 3—4 Tage mit geringerer Legetätigkeit. Später steigt diese zwar noch einmal etwas an, erreicht aber niemals wieder die Höhe des 1. Tages" (H. Schulze).

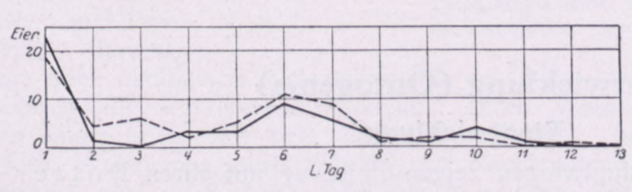


Abb. 314. Zahl der Parasitierungen an den einzelnen Lebenstagen eines *Trichogramma*-Weibchens. Ausgezogene Linie = erfolgreiche Parasitierungen; gestrichelte Linie = erfolglose Parasitierungen. Nach Schulze

Die Zahl der Parasiteneier in einem Wirtstier kann sehr verschieden sein. In vielen Fällen wird stets nur je 1 Ei (höchstens 2 Eier) in den Wirt versenkt, oft aber findet man mehrere, manchmal viele oder sehr viele Schlupfwespeneier in einem Wirt.

Wo nur 1 Ei auf jeden Wirt kommt, ist vielleicht neben dem Größenverhältnis des Wirtes der Instinkt der Wespe bestimmend. So sticht der Braconide *Trioxys* die Blattlaus *Aphis pomi* nicht mehr an, wenn sie schon mit einem Ei belegt ist (s. oben S. 300). Daß auch die Größe des Wirtes eine Rolle bezüglich des Belegungsgrades spielen kann, geht z. B. aus den verschiedenen Angaben über die Zahl der *Trichogramma*-Eier in einem Wirtsei hervor (vgl. H. Schulze 1926).

Wo mehrere oder viele Eier in einem Wirt untergebracht sind, gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Mit einem Anstich werden zugleich mehrere Eier in den Wirt versenkt.
2. Ein und dasselbe Schlupfwespen-♀ sticht den gleichen Wirt mehrmals an[1]).
3. Verschiedene Schlupfwespen-♀♀ der gleichen Art stechen den gleichen Wirt an.
4. Verschiedene Arten von Schlupfwespen stechen ein und dasselbe Wirtstier an.

In den ersten drei Fällen sprechen wir von Superparasitismus, im 4. Fall von Multiparasitismus.

Der Superparasitismus kann eine ganz normale Erscheinung sein, wie besonders bei Braconiden und Chalcididen oder aber eine unnormale, wie dies für den Multiparasitismus stets zutrifft, verursacht durch Legenot aus Mangel an Wirten oder durch das Fehlen eines Unterscheidungsvermögens bezüglich „belegter" und „unbelegter" Wirte (s. oben S. 300).

Wo es sich um einen normalen Superparasitismus handelt, können auch zahlreiche Larven in oder an einem Wirtstier zur Entwicklung gelangen, während bei dem unnormalen Superparasitismus und dem Multiparasitismus die überzähligen Larven meist bis auf eine oder zwei zugrunde gehen.

Entwicklung (Ontogenie)

Eientwicklung

Die Eier der Schlupfwespen zeigen in bezug auf ihren Dottergehalt große Verschiedenheiten, bis zu völliger Dotterlosigkeit. Dementsprechend verhalten sich auch die Furchungsarten: Wo genügend Dotter vorhanden ist, finden wir die für die meisten Insekten charakteristische superfizielle Furchung (s. Bd. I, 138); wo der Dotter fehlt, ist die Furchung eine totale. Viele Eier, besonders dotterarme, haben nur ein sehr dünnes Chorion und nehmen Körperflüssigkeiten des

[1]) Auch durch Polyembryonie kann eine Vielzahl von Eiern bzw. Embryonen in 1 Wirt entstehen, worüber unten (S. 311) noch Näheres gesagt wird.

Wirtes in sich auf, so daß sie an Größe beträchtlich zunehmen. So nimmt der Umfang des Eies von *Meteorus dimidiatus* Cress. von 0,14 : 0,04 mm auf 1,2 : 1,5 mm zu (s. Abb. 319); und bei einem anderen Braconiden (*Perilitus rutilus*) ist ein Wachstum des Eiinhaltes um das 1200fache beobachtet worden. — Die Dauer der Eientwicklung ist sehr verschieden je nach der Art und den äußeren Einflüssen, von wenigen Stunden bis zu vielen Tagen, Wochen und Monaten (bei Überwinterung). Für *Pimpla pomorum* gibt Speyer (1925) 3 Tage an; die gleiche Zeit im Durchschnitt nimmt Hase für *Habrobracon juglandis* an, doch ließ sich hier die Dauer durch niedere Temperaturen (16 bis 17°) auf rund 8 Tage verlängern und durch hohe Temperaturen (32—33°) auf 1/2 Tag (also um das 16fache!) verkürzen.



Abb. 315. Eischlauch von *Ageniaspis fuscicollis* Dalm. in einer Raupe von *Hyponomeuta cognatellus*. Nach Marchal aus Stellwaag

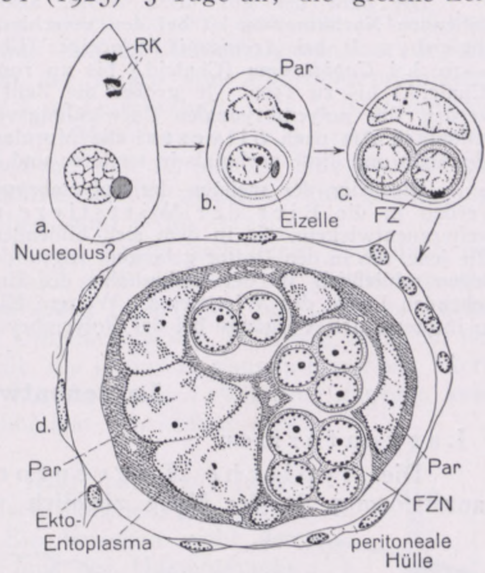


Abb. 316. Die totale Furchung und die Bildung des Trophamnions bei *Encyrtus* (= *Ageniaspis*) *fuscicollis* (nach Martin aus Weber). a Eireifung, Bildung der Richtungskörperchen RK, b—c erste Furchungsteilung und Ausbildung eines Trophamnionkerns (Paranucleus Par) aus den Richtungskörperchen. d Die Furchungszellen bilden Zellnester FZN, der Paranucleus ist zerfallen, das Trophamnion bildet zwei Schichten, das Ecto- und das Entoplasma; dazu kommt eine peritoneale Hülle

Auf die Einzelheiten der Embryonalentwicklung näher einzugehen, ist nicht der Platz. Nur eine Erscheinung, die sehr vereinzelt im Tierreich dasteht, und auch ökologisch bedeutsam ist, sei hier besonders hervorgehoben, nämlich die Polyembryonie, deren Wesen darin besteht, daß aus einem Ei auf dem Wege der Teilung (also auf ungeschlechtlichem Wege) eine ganze Anzahl von Nachkommen (bis zu 2000) hervorgehen (s. Bd. I, S. 128). Die von Marchal im Jahre 1904 entdeckte Tatsache wurde später durch Silvestri (1906), Martin (1914) und verschiedene amerikanische Forscher bestätigt und erweitert. Darnach scheint die Polyembryonie nicht nur bei den Chalcididen und Proctotrupiden, sondern auch bei den Ichneumoniden (Parker 1930) und Braconiden (Bischoff) vorzukommen, und zwar unabhängig voneinander, entstanden durch Zusammentreffen besonderer Bedingungen wie Dotterarmut und günstigste Ernährung.

Das Ei zerfällt zunächst in 2 Hälften, deren eine von der Eizelle und deren andere von den Richtungskörpern bestimmt wird (Paranucleus). Aus der letzteren bildet sich das sogenannte „Trophamnion", das den Eizellenteil allmählich umschließt und Nährstoffe aus den Geweben des Wirtes dem Keim zuführt (Abb. 316). Die Eizelle zerfällt in eine Anzahl von Teilstücken (Morulae oder Blastomeren); dabei entstehen oft lange, vom Trophamnion umgebene Schläuche (Abb. 315), die vollgestopft sind von den Morulae, die durch Einwüchse des Trophamnions voneinander geschieden werden und sich zu je einem Embryo entwickeln.

Die Zahl der auf diese Weise, also ungeschlechtlich, aus einem Ei entstehenden Nachkommen ist bei den verschiedenen bis jetzt untersuchten Arten sehr ungleich: z. B. bei *Ageniaspis testaceipes* (Chalcid.) 13, bei *Macrocentrus* (Ichneum.) 8—10, bei *Copidosoma* (Chalcid.) bis zu rund 200, und bei *Litomastix truncatellus* (Chalcid.) bis zu 1500. Je größer die Zahl der Nachkommen, desto komplizierter werden die polyembryonalen Entwicklungsvorgänge; so teilen sich bei der letztgenannten Art nach Silvestri die Morulae wieder in zwei Teilstücke (sekundäre Morulae) und diese nochmals in tertiäre; und erst aus diesen gehen die Larven hervor.

Die Eier der meisten der polyembryonal sich fortpflanzenden Schlupfwespen werden in die Eier der Wirtstiere abgelegt; doch scheinen sich nur die weiterzuentwickeln, die in dem sich bildenden Embryo zu liegen kommen, während alle jene, die in den Dotter gelangen, zugrunde gehen. Die Parasiteneier bzw. -larven liegen schließlich in der Leibeshöhle des Embryo und später der daraus hervorgehenden Larve des Wirtstieres. Weitere Einzelheiten über die in vieler Beziehung so interessanten Vorgänge bei der Polyembryonie sind bei Martin (1914) zu finden.

Larvenentwicklung

Larvenformen

Die typische Larvenform der Schlupfwespen ist die lanzettförmig, in der Mitte ziemlich walzig (s. Abb. 317). Sie besteht aus einem meist sehr kleinen Kopf und 12 Segmenten. Der Kopf ist gewöhnlich nur schwach chitinisiert und hat in der Regel die gleiche Farbe wie der übrige Körper. Von den Mundgliedmaßen sind die Oberkiefer meist deutlich, während die Maxillen und die Unterlippe oft nur schwach angedeutet sind. Durch das Vorhandensein einer Kopfkapsel sind die Schlupfwespenlarven von den Tachinenlarven ohne weiteres zu unterscheiden.

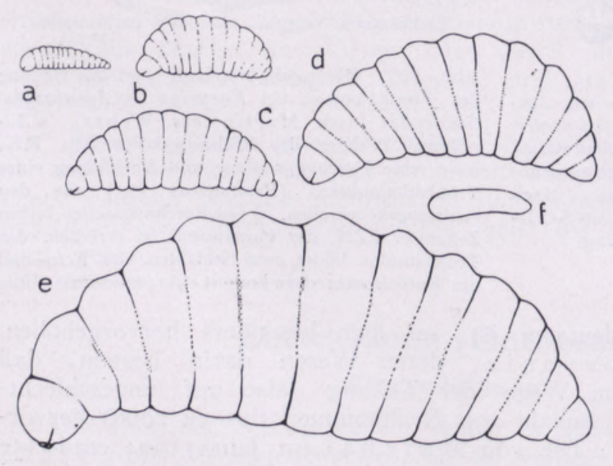


Abb. 317. Größenzunahme der Larven von *Habrobracon*, a = Lv. I; b = Lv. II; c = Lv. III; d = Lv. IV; e = Lv. IV spinnreif; f = Ei von *Habr.* zum Größenvergleich. Nach Hase

Die Larvenentwicklung zeigt eine große Mannigfaltigkeit bezüglich der Ausbildung der verschiedenen Stadien. Gemeinsam sind eine Reihe von Änderungen, die sich habituell, d. h. in der äußeren Gestaltung, nur wenig auswirken, die jedoch zum Teil in physiologischer Hinsicht von

Bedeutung sind. Sie beziehen sich neben der Größenzunahme, die ganz gewaltige Ausmaße annehmen kann, auf Verschiebungen in der Größe und Form des Kopfabschnittes, in den Größenverhältnissen der einzelnen Segmente zueinander, vor allem der Brust- und Hinterleibssegmente, in Skulpturänderungen der Haut, ferner in Umformungen der Mundgliedmaßen, in der (wenigstens bei den Entoparasiten) immer stärkeren Ausbildung des anfänglich sehr rudimentären Tracheensystems und endlich im Bau des Darmkanals.

In welchen Ausmaßen und in welch kurzer Zeit die Größenzunahme erfolgen kann, geht aus einigen Zahlenangaben hervor, die Hase (1923) über das Wachstum der Larve von *Habrobracon* macht: Danach betrug die Größe der Larve I im Durchschnitt 0,45 × 0,12 mm und die der Larve IV (letztes Stadium) im Maximum 3,0 × 1,1 mm, während gleichzeitig das Gewicht von 0,0062 mg auf 1,7 mg im Durchschnitt gestiegen ist. Das bedeutet eine Zunahme um das 274fache, eine Steigerung, die bereits in 2 Tagen vor sich gehen kann (Abb. 317).

Was die Mundteile betrifft, so richtet sich deren Bau nach der Notwendigkeit ihres Gebrauches; bald sind sie, wo die Junglarven sich durch irgendein Hindernis durchzubeißen haben, im Jungstadium stärker als bei den Altlarven, bald ist das Umgekehrte der Fall, wie z. B. bei den *Microgaster*-Larven, deren Mundteile, die ja nur zu saugen brauchen, zuerst aus zarten warzenartigen Gebilden bestehen, deren Altlarven dagegen kräftige Zangen besitzen zum Durchbeißen der Haut des Wirtes [1]).

Das Tracheensystem fehlt bei den Junglarven, wenigstens den entoparasitisch lebenden, ganz oder ist nur rudimentär vorhanden. Sie beziehen wohl den Sauerstoff durch ihre dünne Haut aus der Haemolymphe der Wirte. Es gibt allerdings auch Besonderheiten, bei einigen Chalcididen (*Encyrtus, Blastothrix, Microterys* usw.), wo auch die Junglarven den notwendigen Sauerstoff von außen beziehen, und zwar mit Hilfe eines Eistiels, der durch die Haut des Wirtes nach außen ragt (Abb. 318). Solche Larven sind metapneustisch und mit ihrem Hinterende mit dem im Innern des Wirtes gelegenen kelchförmigen Eirest so verbunden, daß sie die durch den Stiel einziehende Luft mit ihren beiden Stigmen aufnehmen können. Doch sind dies Ausnahmen. Bei den meisten Larven bilden sich erst im Laufe der Entwicklung Stigmen aus, die allmählich zunehmen, und zwar meist bis zu 9 Paaren (Abb. 324).

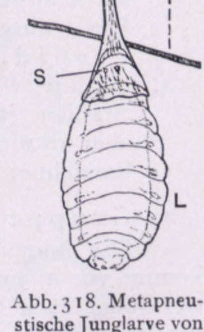


Abb. 318. Metapneustische Junglarve von *Blastothrix*, die mit dem kelchförmigen Eirest so verbunden ist, daß sie durch den nach außen ragenden Eistiel Luft beziehen kann. P Eistiel, S Stigmen. Aus Imms

Der Darmkanal ist bei den Schlupfwespenlarven fast während ihrer ganzen Entwicklung nur unvollkommen ausgebildet, insofern als der

[1]) „Man glaubt sich in eine Zauberwelt versetzt", schreibt Ratzeburg (Ichn. 1844, S. 13). „Man freut sich, wenn noch das gleiche Völkchen der Larven im Innern der Raupe beisammen sitzt, über ihre Glätte und Geschmeidigkeit, ist aber auch zugleich in Besorgnis, wie diese kleinen glatten Aale sich durch das Raupenfell hindurcharbeiten werden. Kaum ist diese Besorgnis entstanden, so sieht man wie eine nach der andern ein anderes mit den erwähnten starken Freßzangen garniertes Kleid anzieht."

Mitteldarm hinten geschlossen und also ohne Verbindung mit dem Enddarm ist — eine Einrichtung, durch welche eine Verunreinigung bzw. Vergiftung des Wirtsblutes durch die Exkremente der Parasiten verhindert wird. Erst bei der Verwandlung in die Puppe bzw. Semipupa kommt die Verbindung zustande, und nun erst können die angesammelten Exkremente nach außen entleert werden. Diese sammeln sich in verschiedener Form, perlschnurartig oder als gelappte Masse am Hinterende der letzten Larve bzw. Semipupa und später auch an der Puppe, wo sie mit der letzten Larvenhaut verbunden ist und eventuell zu einem Kotbecher gestaltet wird (s. unten S. 326).

Zu diesen den meisten Schlupfwespenlarven gemeinsam zukommenden Entwicklungsvorgängen treten vielfach auch noch habituelle Verschiedenheiten der einzelnen Stadien. Diese können so weit gehen, daß die Zusammengehörigkeit nur durch direkte Beobachtung festgestellt werden kann. Wir können nach diesen Gesichtspunkten die Schlupfwespenlarven in 4 Gruppen zusammenfassen:

1. Gruppe: Die äußere Form der Larve bleibt in allen Stadien mehr oder weniger madenförmig.
2. Gruppe: Die ersten Larvenstadien sind durch besondere Schwanzanhänge (Schwanzfortsätze oder Schwanzblase) ausgezeichnet, die in den späteren Stadien mehr oder weniger rückgebildet werden.
3. Gruppe: Das 1. Larvenstadium ist durch größere Beweglichkeit ausgezeichnet und besitzt dementsprechend einen vom Madentypus stark abweichenden Habitus mit extremitätenartigen Fortsätzen usw. Der ausgesprochenste Typus dieser Bewegungslarve ist das Planidium.
4. Gruppe: Das 1. Larvenstadium zeigt eine von den späteren Stadien, ja von allen Insektenlarven, völlig abweichende Form, die eher an niedere Krebse erinnert und deshalb als Cyclopoidlarve bezeichnet wird.

1. Gruppe

Die homoiomorphe Larvenentwicklung ist wohl am häufigsten: sie kommt vor allem bei solchen Schlupfwespen vor, deren Eier in das Wirtstier (oder auch in einen Pflanzenteil) versenkt werden, wo sich dann auch die ganze Larvenentwicklung in dem annähernd gleichen Milieu abspielt.

Die Larven dieser Gruppe sind von Anfang an madenförmig. Ihr Körper ist weich, weißlich, beinlos, gewöhnlich ventralwärts gekrümmt, mehr oder weniger gleichartig segmentiert. Der Kopfabschnitt besteht aus einer Kopfkapsel mit mehr oder weniger ausgebildeten Mundwerkzeugen und ist meist ohne Fühler. Die am meisten in die Augen springende Veränderung besteht in dem oft sehr raschen Größenwachstum, das unter einer verschiedenen Zahl von Häutungen (die übrigens auch ganz unterbleiben können) vor sich geht (Abb. 317).

2. Gruppe

Die Schwanzanhänge, die das charakteristische Merkmal dieser Gruppe darstellen, treten in zwei verschiedenen Typen auf: als mehr

oder weniger langer nach hinten zugespitzter „Schwanzfortsatz" oder als eine runde, prall gespannte „Schwanz- oder Analblase". Man findet sie bei entoparasitisch lebenden Larven von verschiedenen Familien und Gattungen der Schlupfwespen: „Schwanzfortsätze" häufig in den Gattungen *Exochilum, Limnerium, Mesochorus, Campoplex* u. a.; die Analblase bei *Apanteles, Microgaster, Microplitis,* verschiedenen anderen Braconiden und Ichneumoniden.

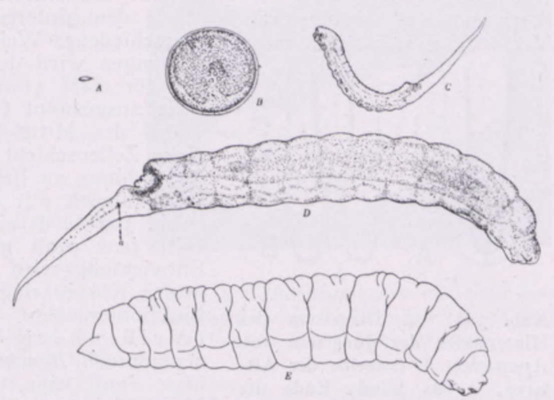


Abb. 319. Ei- und Larvenstadien von *Meteorus dimidiatus* Cress. A Ei nach der Eiablage, B Ei vor dem Schlüpfen, C Junglarve mit langem Schwanzfortsatz, D Larve im vorletzten Stadium, mit kürzerem Schwanzfortsatz, E erwachsene Larve. Nach Strickland (aus Imms)

Der „Schwanzfortsatz" stellt einen ventralen Auswuchs des letzten Segmentes dar, völlig unabhängig vom Enddarm. Bei der 1. Larve am längsten, mitunter so lang als der ganze Körper, wird er bei den späteren Stadien immer kürzer, um bei der ausgewachsenen Larve ganz zu verschwinden (Abb. 319). Er besitzt eine sehr dünne Wand und ist mit Blut gefüllt. Der Bau, in Verbindung mit dem Fehlen eines Tracheensystems macht es sehr wahrscheinlich, daß, wie schon Ratzeburg vermutet hat, der Schwanzfortsatz im Dienste der Atmung steht, und zwar einfach in dem Sinne, daß durch ihn die

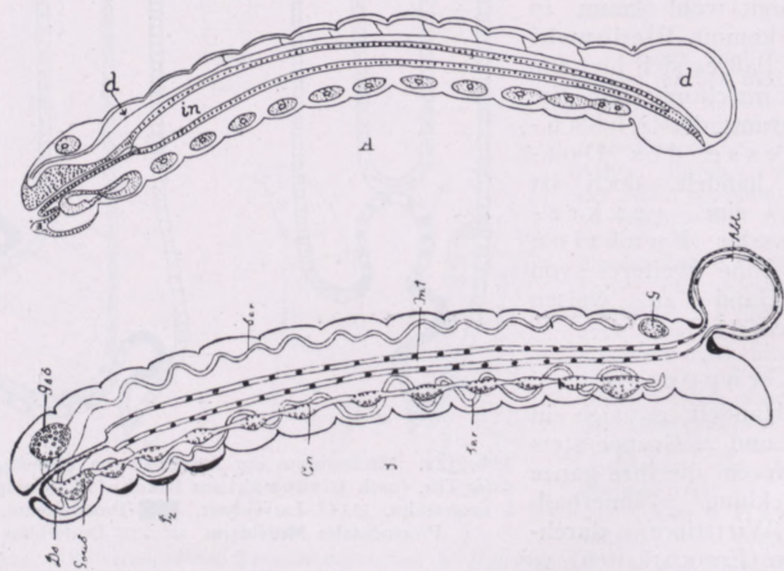


Abb. 320. A Längsschnitt durch die Larve von *Apanteles*, d Rückengefäß, in Darm (nach Grandori aus Imms). B Längsschnitt durch die Larve von *Banchus femoralis* (nach Bledowski). Abl Analblase, Cn Nervenkette, Ds Ductus sericterii, G Gonada, Gsö Ganglion suboesophageale, Int Darm, P_2 die Anlage der II Thorakalfüße, Ser Sericterien

respiratorische Oberfläche der Larve vergrößert wird (Imms 1931). Daneben mag ihm auch eine lokomotorische Bedeutung zukommen.

Etwas komplizierter sind die Verhältnisse bei der „Schwanz- oder Analblase", insofern als sie mit den hinteren Abschnitten des Darmkanals in Verbindung steht, und zwar in verschiedener Weise. Bei *Apanteles* und verwandten Gattungen wird der Enddarm wie ein Bruchsack aus der stark erweiterten Analöffnung als Schwanzblase ausgestülpt (Abb. 321 A), so daß die den Verschluß des Mittel- gegen den Enddarm herstellende dicke Zellenschicht (Polkappe) an die Oberfläche der Vorstülpung zu liegen kommt. In die Blase tritt der Herzschlauch mit der besonders großen Endkammer (Abb. 320 A, d) ein, durch deren Inhalt (Blutflüssigkeit) jene prall gefüllt wird. Mit fortschreitender Entwicklung wird die Schwanzblase mehr und mehr in den Körper eingezogen, wo dann deren Wände den funktionierenden Enddarm bilden (Abb. 321 B) (Weißenberg 1908 u. 1909). — Bei dem Ichneumoniden *Banchus femoralis* Thoms. ist die Analblase auf eine Ausbuchtung des dottergefüllten Mitteldarms zurückzuführen (Abb. 320 B). Hier wird dementsprechend die Blase außen auch von dem mesodermalen Abschnitt des Enddarms bedeckt, so daß die Wand der Blase aus zwei Zellschichten besteht (Abb. 322). Blut tritt hier nicht in die Blase ein (Bledowski und Krainska 1926).

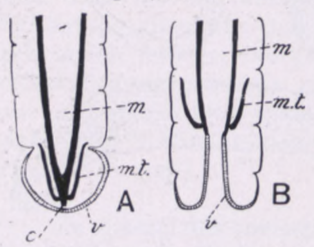


Abb. 321. A Diagramm des Hinterendes der Junglarve von *Apanteles*, B dasselbe der Altlarve, c das blinde Ende des Darms, m Mitteldarm, m. t. Malpighische Gefäße, v Analblase (aus Imms)

Was die Funktion der Analblase betrifft, so herrscht hierüber noch keine volle Klarheit. Im ersteren Fall (*Apanteles* usw.) dürfte im Hinblick auf den Zusammenhang von Blase und Herz ein Respirationsorgan vorliegen (Blutkieme). Wogegen im letzteren Fall (*Banchus*) die Respiration wohl kaum in Frage kommt. Bledowski meint, daß es sich hier um eine Einrichtung zur Erleichterung der Abbauprozesse des Dotters handelt, doch ist auch eine exkretorische Funktion nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen (Bischoff).

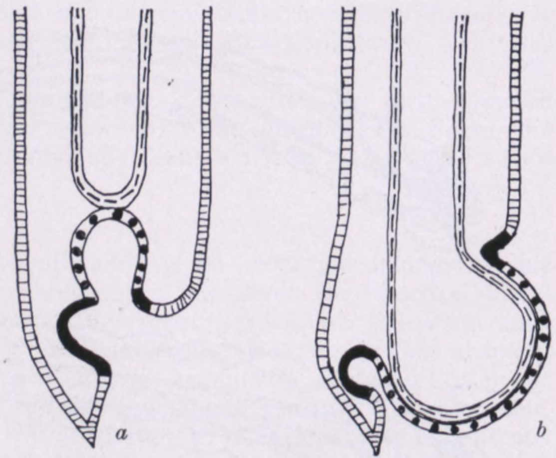


Abb. 322. Mechanismus der Analblase von *Banchus femoralis* Ths. (nach Bledowski aus Bischoff). a eingezogen, b ausgestülpt. Larvenhaut, Proctodaeum, Proctodaealer Mitteldarm, Dotterblase

3. Gruppe

Handelt es sich in der 1. und 2. Gruppe stets um Larven, die ihre ganze Entwicklung innerhalb der Wirtstiere durchmachen (Entoparasiten), so haben wir es in der 3. Gruppe meist mit Ektoparasiten zu tun, die den Platz, wo sie sich auf dem Wirtstier festsetzen, oder auch das Wirtstier selbst aktiv aufsuchen müssen. Die erste Larve ist daher mit größerer Beweglichkeit ausgestattet, die sich morpho-

logisch in einem schlankeren Bau und vielfach auch im Vorhandensein von besonderen Bewegungsorganen ausdrückt.

Zur Übersicht über die verschiedenen Formen innerhalb dieser Gruppe seien einige Beispiele angegeben:



Abb. 323. *Hylobius*-Larve mit einer Anektoparasitisch an ihr lebenden Larven von *Bracon* spec. Nach Munro

Bei der von Munro (1917) beschriebenen *Bracon*-Art, die an *Hylobius abietis* als Ektoparasit lebt, ist die erste Larve nach hinten schmäler werdend, beinlos, dagegen mit Borstenreihen bewaffnet. Der Kopf ist groß, so lang wie die 3 Brustsegmente, mit hörnchenartigen Fühlern besetzt (Abb. 324); sie ist sehr beweglich und krabbelt behende auf ihrem Wirt herum und setzt sich nur zur Nahrungsaufnahme fest. Von den Tracheen oder Stigmen ist in diesem Stadium nichts zu sehen. Das zweite und dritte Stadium zeigen noch gewisse Ähnlichkeiten mit dem ersten, doch ist der Kopf relativ kleiner (Abb. 324 c). Erst im vierten Stadium geht die planidioide Form in die Madenform über, die durch den kleinen in das erste Segment eingezogenen Kopf und durch den Besitz von 9 Stigmen ausgezeichnet und im fünften Stadium weitergebildet ist (Abb. 324 d und e) [1]).

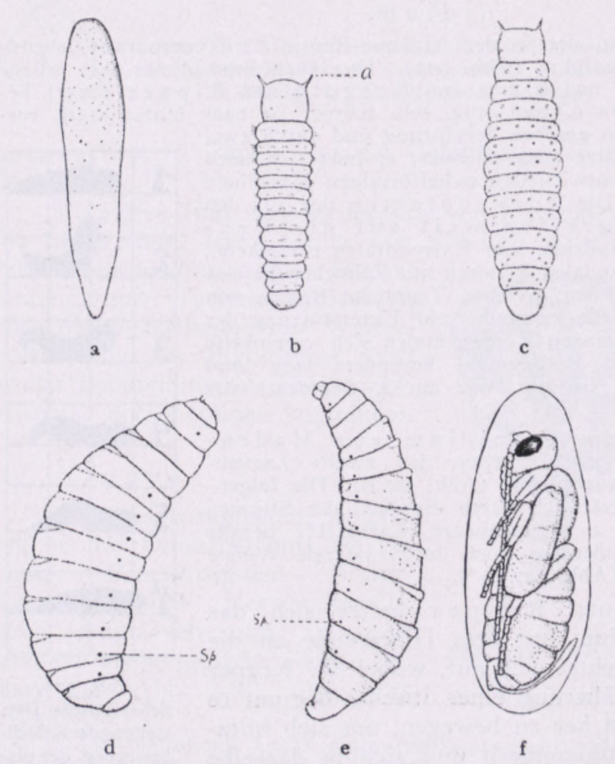


Abb. 324. Die verschiedenen Entwicklungsstadien des *Hylobius*-Parasiten *Bracon* spec. a = Ei, b = 1. Larvenstadium, c = 3. Stadium, d = 4. Stadium, e = 5. Stadium, f = Puppe. Nach Munro

Ganz ähnliche Wandlungen machen nach Hase (1923) die ersten Stadien des Mehlmottenparasiten *Habrobracon juglandis* Ashm. durch, wie aus der Abb. 325 ohne weiteres zu ersehen ist. Auch hier besitzt die erste (planidioide) Larve einen großen Kopf mit kleinen vorstehenden Fühlern und auch hier ist der Körper von vorn nach hinten verjüngt, während die Borsten fehlen. Doch scheint hier der Übergang zur Madenform sich rascher zu vollziehen als bei der vorigen Art.

Von Hase erfahren wir einiges über die Bewegungsart der ersten Larve, deren Phasen in Abb. 326 wieder-

[1]) Ein ähnlicher Dimorphismus findet sich bei der von „gemischter“ Kost lebenden *Syntomapsis eurytomae* Pnz. (s. unten S. 351).

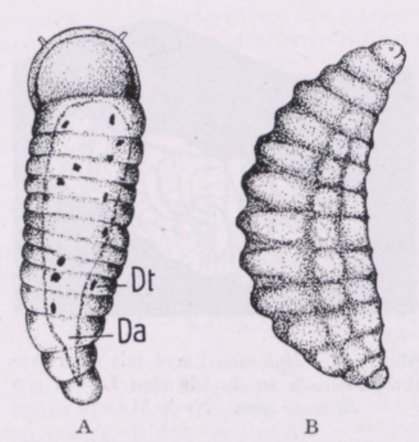


Abb. 325. A Larve I von *Habrobracon*, planidioide Larve kurz nach dem Schlüpfen. Da = Darm, Dt = Dotter, B Larve IV von *Habrobracon*. Nach Hase

gegeben sind. Die Fortbewegungsgeschwindigkeit ist hier nur gering; so legte z. B. eine Larve in 5½ Stunden nur 10 mm zurück, um dann ermattet liegen zu bleiben. Der Aktionsradius geht nicht über 12 mm hinaus. Die Bewegungsrichtung wird nicht durch Geruch geleitet. Die Larve wandert vielmehr planlos, gewissermaßen „auf gut Glück". Wenn sie dabei nicht bald auf eine Raupe stößt, so verhungert sie, da sie ja während dieser Zeit keinerlei Nahrung aufnimmt, sondern lediglich von den Dotterresten leben muß, die sie aus der Embryonalzeit mit übernommen hat (Abb. 325 Dt).

Die extremste Form des Dimorphismus in dieser Gruppe tritt uns da entgegen, wo die erste Larve auf der Ventralseite mit besonderen extremitätenähnlichen Gebilden ausgestattet erscheint. Wir bezeichnen diese Larvenform mit Smith (1912) als Planidium.

Als Beispiel hierfür sei der in der *buoliana*-Raupe als Hyperparasit lebende *Perilampus tristis* Mayr angeführt (Abb. 327). Das Planidium dieser Art wurde zuerst von Parker (1912) und sodann von Bergold und Ripper (1937) beschrieben. Es ist braun, etwa 0,3 mm lang, sein Körper ist nach hinten stark verjüngt. Der Kopf ist von oben gesehen herzförmig und durch zwei Paare hörnchenartiger Fortsätze ausgezeichnet; er hebt sich nach hinten scharf ab. Die wohl entwickelten sichelförmigen Mandibeln liegen in einer Art Mulde. Die Rückenplatten der auf den Kopf folgenden Segmente greifen weit auf die Ventralseite über, den Eindruck von Extremitäten erweckend, zumal deren Enden an den caudalen Rändern mit Zähnchen besetzt sind. Dazwischen liegen auf dem weichen Tegument Reihen von kräftig chitinisierten Haken, die zweifellos zur Unterstützung der Fortbewegung dienen. Am ganzen Körper finden sich vereinzelte Borsten, von denen die am Endsegment besonders lang sind (Abb. 327 A). An Stigmen ist ein Paar am 2. Segment vorhanden.

Der Übergang vom Planidium zur Madenform vollzieht sich sehr rasch. Schon das zweite Larvenstadium ist ausgesprochen madenförmig (Abb. 327 B). Die folgenden unterscheiden sich hauptsächlich durch die Zahl der Stigmen voneinander (Larve II hat 2 Stigmenpaare, Larve III bereits 7 Paare), das letzte (IV) außerdem noch durch laterale Wülste an den 3 ersten Segmenten (Abb. 327 C) [1]).

Abb. 326. Schematische Darstellung der Kriechbewegung der planidioiden Larve von *Habrobracon*. 1—5 die verschiedenen Bewegungsphasen. Nach Hase

Nach Bergold und Ripper heftet sich das frisch geschlüpfte Planidium mit dem Hinterende an die Unterlage (Nadel) und richtet sich auf, wobei der Körper senkrecht steht. Bei Annäherung eines Insekts beginnt es den Körper rasch hin und her zu bewegen, um sich blitzartig an dem Insekt anzuklammern und sich in dasselbe

[1]) Bei *Perilampus hyalinus* gehört die zweite Larve zwar auch dem madenförmigen Typus an, doch besitzen die Segmente dicke Seitenwülste, wodurch die Larve eine „ganz besondere Form" erhält.

einzubohren [1]). Auch hier spielt also wie bei *Habrobracon* der Zufall eine große Rolle; doch ist das Planidium von *Perilampus* fähig, längere Zeit zu

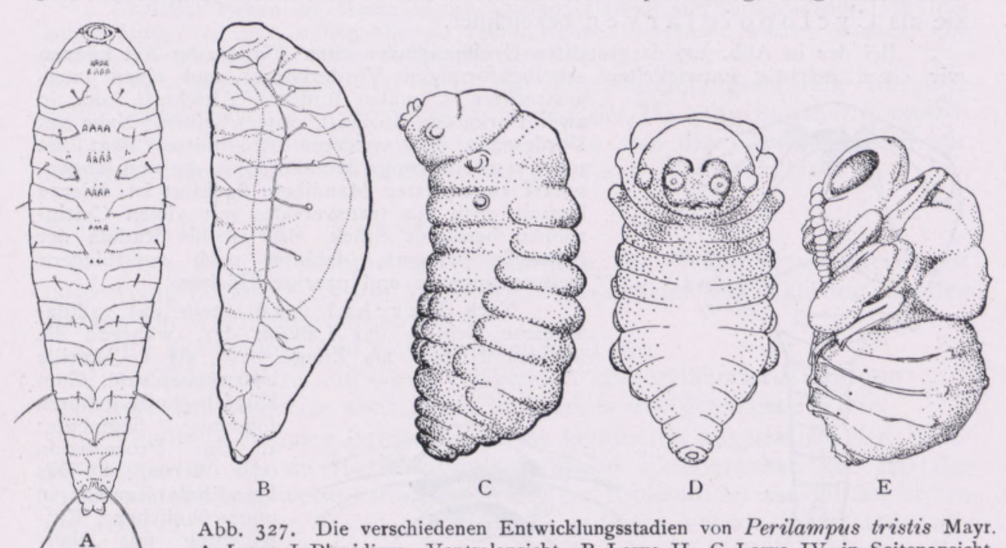


Abb. 327. Die verschiedenen Entwicklungsstadien von *Perilampus tristis* Mayr. A Larve I Planidium, Ventralansicht, B Larve II, C Larve IV in Seitenansicht, D dieselbe in Ventralansicht, E Puppe. Nach Bergold u. Ripper

hungern (bis 17 Tage), was die Gefahr des Nichtzusammentreffens etwas abschwächt.

Planidien sind verschiedentlich von *Perilampus*-Arten beschrieben (so von Marchal 1906, ferner von Smith 1912, der das Planidium von *Perilampus hyalinus*, eines Hyperparasiten einer Tachine, entdeckte). Über die Einzelheiten der Weiterentwicklung des Planidiums wird bei der Behandlung des Hyperparasitismus noch einiges angeführt.

4. Gruppe

Am ausgeprägtesten, ja grotesk ist der Dimorphismus bei gewissen Proctotrupiden (Platygasterinen und Verwandten [2])), deren Junglarven zum Teil eine geradezu abenteuerliche Gestalt besitzen (s. Abb. 328) und eher

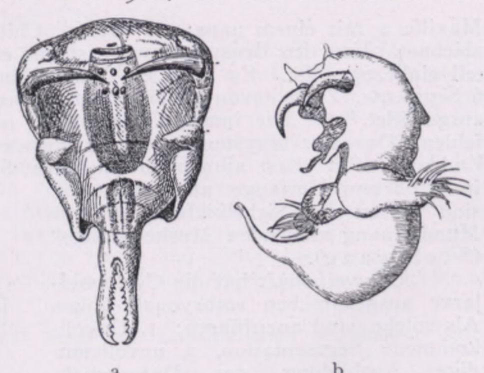


Abb. 328. Cyclopoide Larven von a *Trichacis*, b *Teleas*. Vergrößert. Nach Eyers (aus Handlirsch)

[1]) Die planidioide Larve eines Ameisenparasiten (des Chalcididen *Schizaspidia tenuicornis*) sucht sich an den Beinen einer vorbeilaufenden Ameise festzuheften (gleichwie der Meloiden-Triungulinus sich an Bienen festheftet) und läßt sich von dieser in das Ameisennest schleppen, wo sie als Ektoparasit an der Ameisenlarve ihre Entwicklung durchmacht (Clausen 1923).

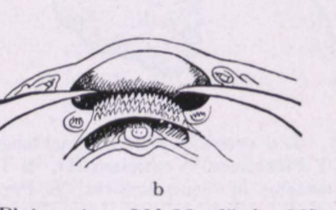
[2]) Die Platygasterinen sind in der Hauptsache Dipterenparasiten (bei Cecidomyiden u. a.).

an die Larvenformen der niederen Krebse erinnern (Nauplius) als an Insektenlarven. Ganin, der Entdecker dieser sonderbaren Junglarven, hat sie als Cyclopoidlarven bezeichnet.

Bei der in Abb. 329 dargestellten Cyclopoidlarve einer *Platygaster*-Art können wir einen mächtig entwickelten scheibenförmigen Vorderkörper und einen langgestreckten schmalen hinteren Abschnitt, der in zwei Furkaläste ausläuft, unterscheiden. Nahe am Vorderende des vorderen Abschnittes liegt die quere taschenförmige Mundöffnung, die von langen, scharf zugespitzten Mandibeln flankiert ist. Hierzu kommt noch ein transversales mit vielen Chitinzähnen besetztes Stück, das an die Radula der Schnecke erinnert, dahinter noch verschiedene weitere unpaare und paarige Höcker.

Nach Marchal (1906) stellt das radulaähnliche Gebilde das Labium dar, während die übrigen Höcker als Zunge bzw. als 1. Maxille aufzufassen sind. „Zum Kopfabschnitt gehören folgende Segmente: 1. Das Procephalon oder Acron. 2. Das Mandibularsegment in ungewöhnlicher Entwicklung mit übermäßig großen grätenförmigen Mandibeln. 3. Das Segment der Maxille 1 als schmaler Streif mit je einem kleinen Nest von Chitinhöckerchen. 4. Das besonders ventral entwickelte Segment der Maxille 2 mit einem unpaaren rauhen Chitinkopf, von Marchal als Ligula bezeichnet. Von den Brustsegmenten ist nur eines stärker entwickelt, das in den Kopfteil einbezogen ist. Es trägt ein Paar Beinstummel. Der Schwanzabschnitt umfaßt 6 Segmente. Zwei davon gehören zum Thorax. Das Abdomen ist somit sehr schwach ausgebildet.[1]).“ „Die innere Organisation ist höchst einfach. Herz und Atemorgane fehlen. Das Nervensystem ist kaum angedeutet. Der Vorderdarm endet blind. Ein Enddarm fehlt. Erst allmählich entstehen die Fortpflanzungszellen. Das einzige, was in größerem Umfange ausgebildet ist, sind die zu den Sichelkiefern und zur Mundöffnung ziehenden Muskelstränge“ (Stellwaag).

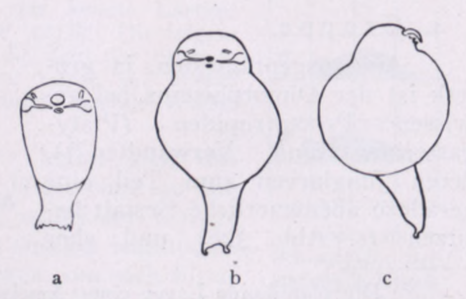
a



b

Abb. 329. A Cyclopoidlarve von *Platygaster*. Md Mandibeln, MS Mandibularsegment, Mx_1 Maxille 1, ThS Thoraxsegment, P_1 1. Fußpaar, $a_1 - a_6$ Abdominalsegmente, daran anschließend Furca. B Vorderes Ende der Cyclopoidlarve von *Synopeas rhanis*. Antennen, Mundöffnung, Maxille I und II und Ligula. Nach Marchal (aus Stellwaag)

„Unzweifelhaft hat die Cyclopoidlarve ausgesprochen embryonale Züge. Als solche sind anzuführen: 1. Unvollkommene Segmentation, 2. unvollständige Ausbildung des Darmkanals, 3. Fehlen des Herzens, 4. Mangel von Tracheen und Stigmen, 5. Nervensystem beginnt sich erst zu bilden, 6. erstes Auftreten von Genitalzellen. Demgegenüber sind die Mundwerkzeuge, die Muskeln und die Furkaläste als larvale Bildungen aufzufassen. Die Cyclopoidlarve stellt demnach einen vor-



a b c

Abb. 330. a Cyclopoidlarve von *Platygaster lineatus*, b und c Intermediäre Larve der gleichen Art. Nach Marchal (aus Stellwaag) (170/1)

[1]) Die bisher untersuchten Arten unterscheiden sich in ihrer Form ganz beträchtlich, so daß Marchal rät, die Larven zur Bestimmung heranzuziehen.

zeitig selbständig gewordenen Embryo dar, dessen larvale Eigenschaften gegenüber den embryonalen stark in den Hintergrund treten" (Stellwaag)[1].

Übrigens stehen die verschiedenen Cyclopoidlarven auf verschiedener Höhe der Entwicklung; es gibt solche, die als frühe Keime bezeichnet werden müssen, und andere, die bereits viel weiter fortgeschritten sind.

Die Cyclopoidlarve ist stets nur ein Durchgangsstadium zu einer höher organisierten und meist segmentierten, der Madenform näher kommenden Larve. Die Umwandlung erfolgt, indem sich die Larve zunächst zur „intermediären Larve" aufbläht (Abb. 330) und sich häutet[2].

Ernährung der Larve

Über die Physiologie der Ernährung der Schlupfwespenlarven ist noch wenig bekannt. Es sind drei verschiedene Arten von Nahrung, die den Larven zur Verfügung stehen:

a) die Korpersäfte und Gewebe lebender Tiere,
b) die Körpersäfte und Gewebe lebender, aber gelähmter Tiere und
c) tote und teilweise auch schon in Fäulnis übergegangene Tiere.

Die erste Art der Ernährungsweise kommt im allgemeinen den Entoparasiten, und die zweite im allgemeinen den Ektoparasiten zu. Bei der dritten Ernährungsweise kann es sich um ein Endstadium sowohl der ersten als auch der zweiten Form handeln: der anfangs lebende Wirt stirbt allmählich ab, so daß das letzte Larvenstadium des Parasiten von toten Geweben sich nährt. Andererseits kommen auch Fälle vor, in denen der Wirt von der Mutter schon vor oder kurz nach der Eiablage durch Stiche oder Bisse getötet wird, so daß die Larven von Anfang von totem Gewebe sich nähren. Wir haben also auf der einen Seite Fälle, in denen die Schlupfwespenlarven ihre gesamte Entwicklung im lebenden Wirtsorganismus durchmachen; auf der andern Seite reine Leichenfresser und zwischen diesen beiden Extremen alle möglichen Übergänge.

Aus diesen Erwägungen heraus ist schon von verschiedenen Seiten darauf hingewiesen worden (Howard, Speyer 1924, Wheeler u. a.), daß der Parasitismus der Schlupfwespen[3]) sich nicht ohne weiteres deckt mit dem sonst in der Biologie gebräuchlichen Begriff des Parasitismus. Howard kommt denn auch folgerichtig zu dem Schluß, daß die parasitischen Insekten eigentlich richtiger als Räuber bezeichnet werden sollten. Nur die Behauptung, daß sich ein Parasit von einem Beutetier nährt, ein Räuber dagegen von vielen, söhnt Howard mit der üblichen Definition aus[4]. W. M. Wheeler schlägt den Ausdruck „Parasitoide" für die nach Art der Schlupfwespen lebenden Insektenparasiten vor. Hase (1923) und Weißenberg (1909) möchten an Stelle von Ento- und Ektoparasitismus die Ausdrücke Biophagie und Nekrophagie vorschlagen. Unter Anlehnung an Weißen-

---

[1]) Ähnliche Verhältnisse treffen wir auch bei verschiedenen zoophagen Cynipiden (s. dort).

[2]) Ganin untersuchte außer den verschiedenen *Platygaster* auch noch Arten von anderen Gattungen, wie von *Ophioneurus* (Eischmarotzer bei *Pieris brassicae)* und von *Teleas*. Bei *Ophioneurus* stellt die Junglarve nichts anderes als einen ovalen Körper mit zwei Kopflappen und mächtigen Mandibeln dar. Bei *Teleas* ist der Schwanzteil der 1. Larve ein stark bogenförmig gekrümmter und scharf zugespitzter Stachel (Abb. 328 b); nach der Häutung erscheint die 2. Larve, die der von *Platygaster* ähnelt.

[3]) Es gilt dies auch für die meisten anderen Insektenparasiten.

[4]) Doch kennen wir auch Fälle, in denen die Junglarven eines Chalcidiers (*Pseudotorymus brassicae* Ruschka) in der von ihnen bewohnten Rapsschote zuerst eine größere Anzahl von dort befindlichen Gallmückenlarven durch ihren Biß lähmen und dann erst eine nach der andern aussaugen (Speyer 1937, S. 62).

berg spricht Speyer (1924) von Biophagen (echten Parasiten, Ento- und Ektobiophage), Cholophagen (Ernährung an Beutetieren, die zuvor vom Muttertier oder der jungen Larve durch ein Gift gelähmt worden sind — Toko- und Autocholophagie) und Nekrophagen, denen vorher von der Mutter oder durch eigenen Angriff getötete Lebewesen zur Nahrung dienen (Toko- und Autonekrophagie). Die Ernährung der sogenannten entoparasitischen Schlupfwespen ist daher meistens zuerst „autobiophag“ und zum Schluß „autonekrophag“. Dagegen ernähren sich die sogenannten Ektoparasiten zuerst entweder „toko“- oder „autocholophag“; früher oder später wird aber auch bei diesen die Ernährung nekrophag (Speyer 1937, S. 63).

Wir wollen hier der Kürze und Einfachheit halber die überall geläufigen Ausdrücke Ekto- und Entoparasiten beibehalten. Aus den einzelnen Schilderungen über die Entwicklung bzw. die Ernährungsweise der Larven geht ja dann ohne weiteres hervor, inwieweit es sich dabei um Biophagie, Cholophagie oder Nekrophagie handelt.

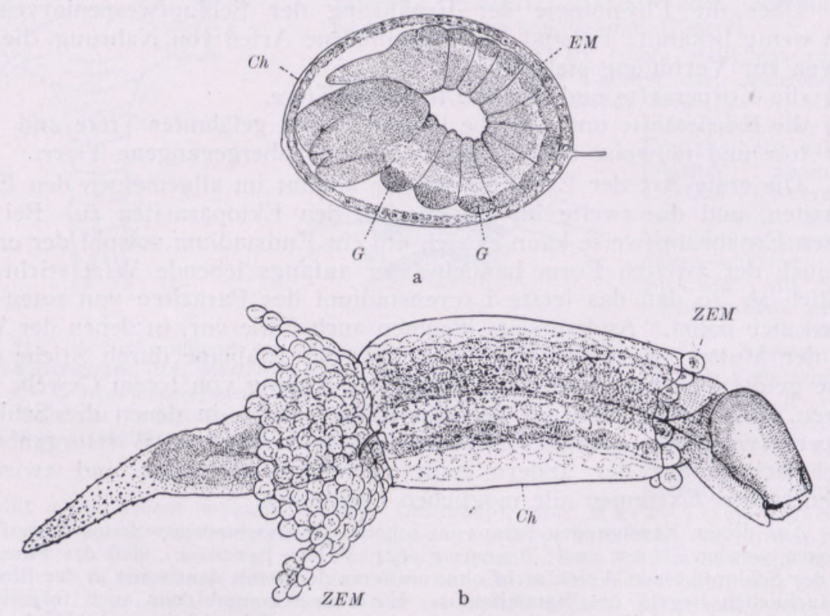


Abb. 331. Entwicklungsstufen von *Dinocampus rutilus* Nees. (60 : 1). a Keimling im Ei am 39. Tage nach der Eiablage. b Aus dem Chorion schlüpfende Larve. Ch Chorion, EM Embryonalmembran, G Ganglion des 1. und 3. Körperringes, ZEM Zellen der Embryonalmembran. Nach Jackson (nach Andersen)

Es seien hier einige Beispiele über die Ernährungsweise der Schlupfwespenlarven angeführt:

Die junge Larve des Apfelblütenstecher-Parasiten *Pimpla pomorum* Ratzb. beißt sich nach Speyer (1926) alsbald nach dem Verlassen der Eischale an einer beliebigen Stelle des vorher gelähmten Opfers, der Larve von *Anthonomus pomorum*, fest. Durch abwechselnd peristaltische und antiperistaltische Schlundbewegungen wird dem Opfer Verdauungssekret (Speichel?) in die kleinen von den spitzen Mandibeln geschlagenen Wunden eingepumpt, dann wieder Körpersäfte des Wirtes herausgesaugt. Zweifellos dient zuerst das Blut der *Anthonomus*-Larve dem Parasiten zur Nahrung. Bald aber werden auch die zunächst liegenden, später die entfernteren Teile der Hypodermis und des Fettkörpers angegriffen, während die Muskulatur, das Nervensystem und der Darmkanal anscheinend recht lange widerstehen. Schließlich bleibt nur die leere Haut der *Anthonomus*-Larve übrig.

Die ebenfalls ektoparasitisch lebende Larve von *Habrobracon juglandis* Ashm. saugt sowohl an ganz frisch gelähmten Mehlmotten-Raupen als auch an solchen, die bereits vor mehreren Tagen (ja bis zu 30 Tagen!) gelähmt worden waren. Auch bereits in Fäulnis übergegangene Raupen werden nicht verschmäht. Die Nahrungs-

aufnahme geht ununterbrochen vor sich; als Nahrung dient der Fettkörper und die Leibeshöhlenflüssigkeit der Raupe (Hase 1923).

Bei manchen Schlupfwespen, wie den als Imaginalparasiten lebenden *Perilitus*-Arten (Braconiden) scheint die Embryonalhülle (Trophamnion) bei der Ernährung der Larve eine Rolle zu spielen. Ihre Zellen gelangen bei *Perilitus rutilus* einzeln oder in kleinen Verbänden in die Leibeshöhle des Wirtes *(Sitona)*, wo sie Teile des Fettkörpers absorbieren und dabei mächtig wachsen; sie dienen in dieser Form der Larve als Nahrung (Jackson nach Andersen 1931). Auch Speyer (1921 und 1925) und Kaufmann (1926) beobachteten in der Leibeshöhle der von *Perilitus*-Arten befallenen Rüsselkäfer, Erdflöhe und Coccinellen eine eigentümliche Umbildung des Fettkörpers: „unzählige frei bewegliche Fettkugeln oder cystenartige Gebilde", und zwar mit solcher Regelmäßigkeit, daß man aus dem Vorhandensein dieser Fettgebilde mit Sicherheit auf die Anwesenheit einer *Perilitus*-Larve schließen konnte.

Abb. 332. Zellen der Embryonalmembran auf verschiedenen Entwicklungsstufen (200 : 1). a Ein Stück der Embryonalmembran kurz nachdem die Larve aus dem Chorion schlüpfte. Die Zellen Z_1 sind noch im Verband, beginnen sich aber schon abzurunden; die Zellen Z_2 lösen sich bereits voneinander und werden kugelig. b Drei kugelige selbständig gewordene Zellen der ehemaligen Embryonalmembran verschiedenen Alters, 3 älteste mit beginnender Fetttröpfcheneinlagerung. c Schnitt durch eine Zelle der Embryonalmembran auf ihrer letzten Entwicklungsstufe. d An der Oberfläche einer verfetteten Riesenzelle der ehemaligen Embryonalmembran treten schließlich Fetttröpfchen aus. Nach Jackson (aus Andersen)

Boese (1937) erblickt in diesen „Kugeln" nicht Degenerationserscheinungen des Fettkörpers, sondern Oenocyten (s. Bd. I, S. 86), die sich stark vergrößert und in Sekretzellen umgewandelt haben. Diese eigentümliche Oenocytenreaktion stellt nach Boese eine Gegenmaßnahme des parasitierten Wirtsorganismus dar, im Sinne eines Absorbierungsversuches jener schädlichen Substanzen, die durch den Schmarotzer in die Blutflüssigkeit und damit in sämtliche anderen Gewebe abgegeben werden, also im Sinne einer Aufrechterhaltung des normalerweise herrschenden chemo-physikalischen Gleichgewichts im Blut der Insekten.

Die *Apanteles*-Larve nimmt als Nahrung „alle Fettstoffe der Kohlweißlingsraupe auf, so daß dieser außer größeren Organen, wie Darm und Haut nur Oenocyten und Blut bleiben. Die Säbelmandibeln dienen zunächst keineswegs zum Kauen und die Larve nimmt nur flüssige Kost zu sich. Erst gegen Ende der Entwicklung treten sie in Tätigkeit, wenn die Larve das Innere des Wirtes ausfressen will, um sich dann zu verpuppen" (Stellwaag).

Wieviel Larven können sich in einem Wirt bis zur Vollreife entwickeln?

Es herrschen in dieser Beziehung große Verschiedenheiten, die in der Hauptsache auf die Größenverhältnisse von Parasit und Wirt zurückzuführen sind.

Wo der Parasit bzw. dessen Larve in der Vollreife an Größe dem befallenen Stadium des Wirtstieres nahekommt, wird sich nur eine Larve in demselben entwickeln können. Wenn in solchen Fällen der betreffende Wirt mit einer größeren Anzahl von Eiern belegt wird (Superparasitismus), so gehen die überzähligen Larven meist schon in einem frühen Entwicklungsstadium zugrunde [1]). Gehören die Larven verschiedenen Schlupfwespenarten an (Multiparasitismus), so wird die Schnelligkeit des Wachstums darüber entscheiden, welcher von den Arten die überlebende Larve zugehört.

Wo hingegen die Larven im Verhältnis zum Wirt sehr klein sind, können sich zahlreiche Larven voll entwickeln. Solche Fälle von normalem Superparasitismus finden wir vor allem bei Braconiden, Chalcididen und Proctotrupiden. So kann eine Kohlweißlingsraupe bis 100 Larven von *Apanteles glomeratus* bis zur Vollreife ernähren, und in einer Weißlingspuppe können bis zu 700 vollentwickelte Larven von *Pteromalus puparum* enthalten sein. Ja, bei Polyembryonie können 1000—1500 und mehr Parasitenlarven in einem Wirtstier zur Entwicklung kommen (s. oben S. 311).

Die hier angedeuteten Verschiedenheiten können sogar bei nah verwandten Arten ein und derselben Gattung vorkommen. So kommt nach Speyer, Kaufmann u. a. bei einer Reihe von *Perilitus*-Arten (Imaginalparasiten) fast stets nur 1 Larve (selten 2) zur Entwicklung, während nach anderen Autoren von anderen *Perilitus*-Arten 41 Larven in einer *Timarcha* (große Chrysomelide) und durchschnittlich 50 in jedem Käfer von *Eleodes* gefunden wurden, im Höchstfall sogar 124! Ähnliches berichtet Marshall (1891) von der Braconidengattung *Meteorus* Hal. Hier sollen die größeren Arten nur in Einzahl in ihrem Wirte leben, die kleineren Arten dagegen in Vielzahl.

Dauer der Larvenentwicklung.

Die Entwicklung der Larve vom Ausschlüpfen bis zur Reife ist sehr unterschiedlich je nach Art und äußeren Einflüssen. Wie wir oben bereits mitgeteilt haben, kann die Larvenentwicklung bei *Habrobracon juglandis*, die mit einer enormen Größen- und Gewichtszunahme verbunden ist (bis zu dem 274fachen!) in 2 Tagen vollendet sein. Auch bei *Trichogramma* kann die Larvenperiode nur wenige Tage betragen, bei *Angitia armillata* 14 Tage, bei *Pimpla pomorum* Rtzb. 8—10 Tage, bei *Banchus femoralis* etwa 45 bis 50 Tage usw. Wo die Überwinterung in das Larvenstadium fällt, wird dieses durch die Diapause dementsprechend länger. Andererseits können durch hohe Temperaturen die Zeiten wesentlich verkürzt werden.

Verpuppung

Ist die Larve ausgewachsen, schickt sie sich zur Verpuppung an. Die Puppen der Schlupfwespen sind im allgemeinen typische „pupae libe-

[1]) Rietra (1932) beobachtete Kämpfe zwischen den Junglarven des Mehlmottenparasiten *Nemeritis canescens* Grav., wobei sehr viele Larven verwundet wurden. Die verwundeten Larven starben ab, ehe sie das II. Stadium erreicht hatten.

r a e", wie die der übrigen Hymenopteren, der Coleopteren usw. Es kommen jedoch auch Fälle von „p u p a e o b t e c t a e" (ähnlich den Schmetterlingspuppen) vor (bei einigen Chalcidiern). Der Übergang von der Larve zur Puppe wird gewöhnlich durch die Bildung einer S e m i - p u p a vermittelt. Ein regelmäßig zu beobachtender Vorgang ist die Abgabe der ganzen während des Larvenlebens angesammelten Kotmassen vor der Verpuppung.

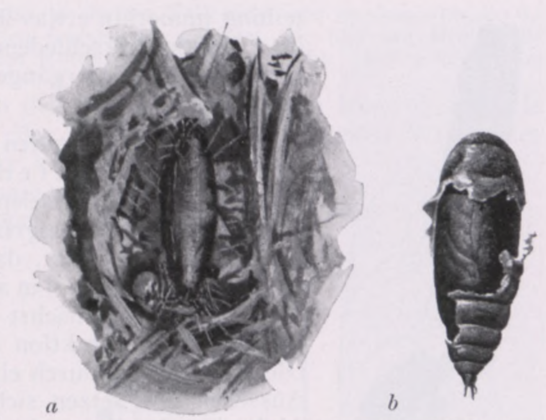


Abb. 333. Kokon von *Banchus femoralis* Thoms. a frei, außerhalb des Wirtes; b mit Resten der Forleulenpuppenhaut. Nach S a c h t l e b e n

Die Verpuppung kann frei bzw. ohne Kokon oder aber in einem Kokon sich vollziehen, und zwar

1. im Wirt, mit oder ohne Kokon,
2. außerhalb des Wirtes, meist mit, doch auch ohne Kokon, und zwar
   a) direkt auf oder neben ihm, oft denselben bzw. dessen Reste vollkommen bedeckend oder umhüllend,
   b) völlig unabhängig und mehr oder weniger weit von ihm getrennt, z. B. in der Bodendecke usw.

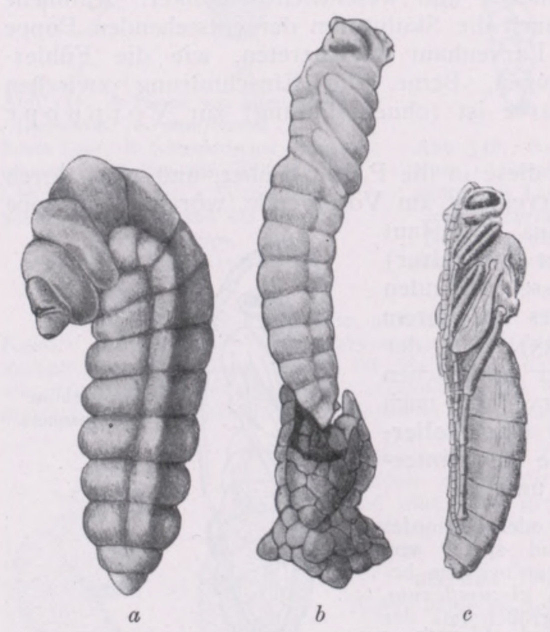


Abb. 334. Larve (a), Semipupa (b) und Puppe (c) von *Ichneumon nigritarius*. Nach E i d m a n n

Diese hier aufgestellten 3 Gruppen sind nicht scharf geschieden, sondern durch verschiedene Zwischenformen [1]) und Übergänge verbunden; jedoch dürften die so überaus mannigfaltigen Verhältnisse durch diese Ein-

[1]) So kommen Fälle vor, wo bei ein und derselben Art die Verpuppung sowohl i m Wirt sich vollziehen kann (Gruppe 1) wie auch a u ß e r h a l b desselben und getrennt von ihm (Gruppe 2b). Es trifft dies z. B. für den bekannten Eulenparasiten *Banchus femoralis* Thoms. zu, bei dem die Verpuppung in der Regel außerhalb des Wirtes stattfindet, doch bisweilen auch noch in der Eulenpuppe selbst, deren dünne Haut dann den *Banchus*-Kokon bedeckt (Abb. 333 a u. b).



Abb. 335. Puppe von *Ichneumon nigritarius* mit anhängender letzter Larvenhaut und ausgestoßener Kotmasse. Nach Eidmann

teilung immerhin etwas übersichtlicher werden. Es seien im folgenden verschiedene Beispiele angeführt, aus denen auch einzelne Vorgänge bei der Verwandlung hervorgehen.

ad 1: Beim ersten Fall handelt es sich durchweg um Entoparasiten (Ei-, Raupen- und Puppenschmarotzer). Als Beispiel sei zunächst der Spannerparasit *Ichneumon nigritarius* Grav. genannt, der sich ohne Kokon im Wirt, das ist die Puppe des Spanners, verpuppt. Nach Eidmann spielen sich dabei folgende Vorgänge ab: Zunächst streckt sich die Larve durch eine starke Kontraktion der vorderen Segmente gerade. Diese erhalten dadurch ein elfenbeinweißes transparentes Aussehen und setzen sich als Thorax scharf gegen das Abdomen ab, das noch eine Zeitlang die ursprüngliche grünliche Färbung beibehält. Diese verliert es erst nach Abgabe des Kotes, der sich am Hinterende als eine umfangreiche, gelappte braune Masse ablagert (Abb. 334 b). Nach der Kotentleerung wird das Abdomen weißlich durchschimmernd und wesentlich schlanker. Nunmehr sieht man auch die Skulpturen der entstehenden Puppe durch die Larvenhaut hervortreten, wie die Fühleransätze, Augen, Beine, die Einschnürung zwischen Abdomen und Thorax: Die Larve ist (ohne Häutung) zur Vorpuppe oder Semipupa geworden.

Nach etwa 8 Tagen geht diese in die Puppe über, und zwar durch Häutung. Dabei platzt die Larvenhaut am Vorderende, worauf die Puppe sich langsam immer weiter aus der Haut herausarbeitet, so daß (in der Freikultur) diese schließlich mit der Kotmasse verbunden mittels eines dünnen Stranges an ihrem Hinterende anhängt (Abb. 335). In der Wirtspuppe jedoch, also unter natürlichen Verhältnissen, wird die alte Larvenhaut nach hinten gestreift; sie bildet hier eine Isolierschicht gegen die Kotmasse, die das Hinterende der Puppe wie ein Becher umgibt.

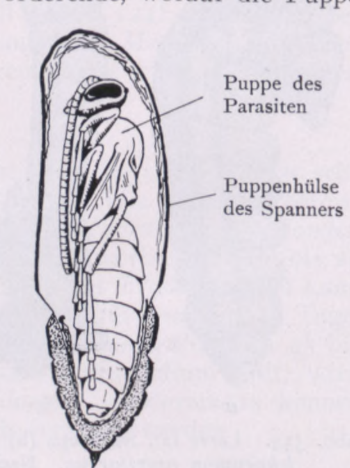


Abb. 336. Längsschnitt durch eine parasitierte Spannerpuppe (halbschematisch). Der Parasit ist verpuppt und steckt mit seinem Hinterende in dem Kotbecher (punktiert), der von der letzten Larvenhaut ausgekleidet ist. Nach Eidmann

Die Bildung des Kotbechers oder Kottopfes ist schon von Ratzeburg und später von Boas beschrieben worden, und zwar bei dem bekannten Eulenparasiten *Exochilum circumflexum*. Hier ist der Kottopf noch weit größer (als der von *Ichneumon nigritarius*), so daß nur noch Kopf und Brust aus ihm herausragen (Abb. 337). Die Verhältnisse scheinen hier allerdings etwas anders zu liegen, da nach Boas (1907) die Parasitenpuppe in einem feinen Gespinst (Kokon) liegt, das sich der Innenwand der Schmetterlingspuppe eng anschmiegt, und da sodann der Kot nicht frei abgeschieden, sondern als Kotsack in einer feinen Hülle eingeschlossen wird, die von dem Mitteldarm um die Exkremente der Larve abgesondert wird.

Die Isolierung der Puppe würde also in diesem Fall nicht wie in dem von Eidmann beschriebenen von der letzten Larvenhaut gebildet, die hier am Hinterende der Puppe zwischen diesem und dem Kottopf zu sehen ist (Abb. 336), sondern von der Wand des Kotsackes.

Haben wir hier einen von den sehr häufigen Fällen kennengelernt, in dem nur eine Puppe sich in der Hülle des leergefressenen Wirtstieres entwickelt, so sind andererseits auch solche Fälle nicht selten, in denen das Innere des Wirtes von zahlreichen Parasitenpuppen ausgefüllt ist.

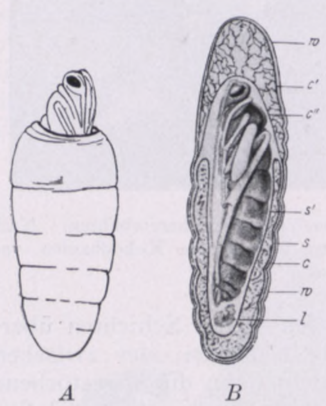


Abb. 337. A Puppe von *Exochilum (Anomalon) circumflexum* L. in ihrem Topf; B Schematischer Längsschnitt: c Kokon von *Exochilum*, l letzte Larvenhaut, s Wandung des Sackes, w Leibeswand der Kiefernspinnerpuppe. Nach Boas (aus Stellwaag)



Abb. 338. Raupe einer Gespinstmotte mit Larven von *Encyrtus*. Nach Marchal (aus Stellwaag)

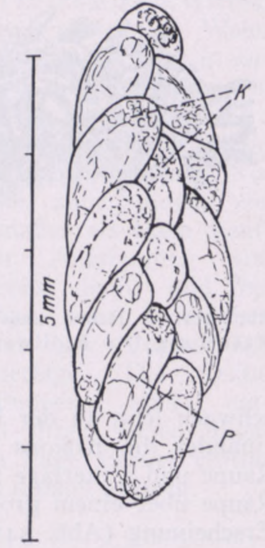


Abb. 339. Parasitierte Raupe von *Argyresthia pruniella* L. (Kirschblütenmotte) mit zahlreichen Parasitenkokons (von *Ageniaspis atricollis* Dalm.). Nach Jancke

Die Abb. 338 zeigt eine ausgefressene *Hyponomeuta*-Raupe, die zahlreiche Kokons von *Encyrtus* (Polyembryonie!) enthält, durch die die Haut an vielen Stellen ausgebeult wird. Ganz ähnlich ist das von Jancke (1932) gebrachte Bild, das die von den Puppen von *Ageniaspis atricollis* Dalm. besetzten Raupen der Kirschblütenmotte *(Argyrestia pruniella* L.) darbietet (Abb. 339). Ein weiterer Fall ist in Bd. III S. 174 dargestellt, nämlich eine Raupe von *Ocnerostoma piniariella* Zll., die von den Kokons des Chalcididen *Ageniaspis fuscicollis* Dalm. ausgefüllt ist; und eine sehr große Zahl von Puppen (von *Litomastrix)* enthalten die in Abb. 340 dargestellten *Plusia*-Raupen.



Abb. 340. Zwei Raupen von *Plusia*, erfüllt von zahlreichen Puppen von *Litomastix*. Nach Silvestri

ad 2a: Die Verpuppung außerhalb auf Wirte oder in dessen unmittelbarer Nähe treffen wir sowohl bei Ento- als auch bei Ektoparasiten (bei letzteren als Regel).

Handelt es sich um Entoparasiten, so müssen sich die Parasiten zuerst aus dem Wirt ausbohren. Die bekannte Ratzeburgsche Abbildung (Abb. 341 a) gibt von diesem Vorgang eine gute Vorstellung: zahlreiche reife Larven von *Microgaster nemorum* bohren sich

an vielen Stellen durch die Haut der Wirtsraupe. Gewöhnlich fangen sie, außen angelangt, sofort zu spinnen an und heften die Raupe, die noch

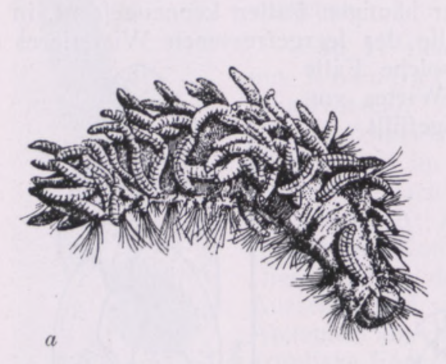




Abb. 341. a Raupe eines Spinners, aus der sich *Microgaster*-Larven hervorbohren. Nach Ratzeburg (aus Stellwaag). b Raupe des Kohlweißlings über einem Kokonhaufen von *Apanteles*. Nach Stellwaag

schwach lebt, an der Unterlage fest. Dann werden oft in Schichten übereinander die Kokons gesponnen, die die Raupe bedecken oder zwischen Raupe und Unterlage zu liegen kommen. Man sieht dann die abgestorbene Raupe über einem größeren schwefelgelben Kokonhaufen, eine sehr häufige Erscheinung (Abb. 341 b).

Die Larven der Ektoparasiten können sich gleich an Ort und Stelle, wo sie an dem Wirt gesaugt haben, einspinnen und verpuppen, wie dies z. B. bei der bei *Hylobius* parasitierenden *Bracon*-Art der Fall ist (Abb. 342). Hier wird die ganz leergefressene *Hylobius*-Larve völlig bedeckt und umgeben von den Parasiten-Kokons, so daß

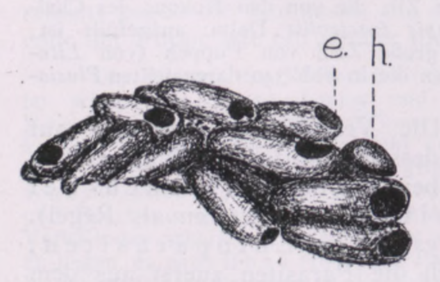


Abb. 342. Eine Anzahl von *Bracon*-Kokons (bereits von der Wespe verlassen) umhüllen eine ausgefressene *Hylobius*-Larve; von letzterer nur mehr der Kopf (h) sichtbar. e Schlupflöcher. Nach Munro

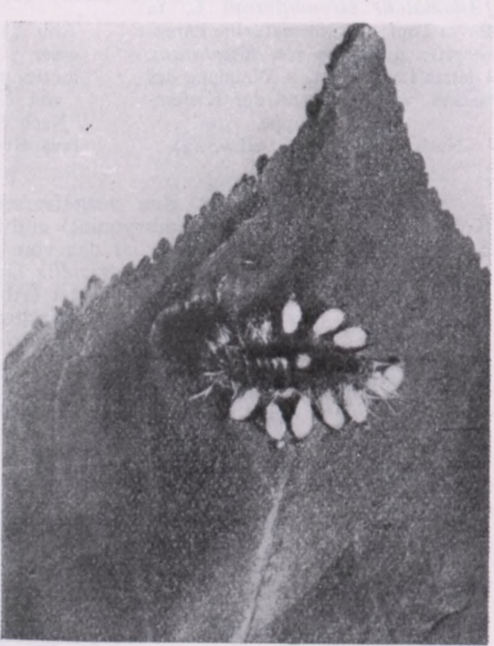


Abb. 343. Raupe von *Orgyia antiqua* mit den ektoparasitisch lebenden Larven von *Cratotechus longicornis* Thoms. Nach Steiner

man höchstens nur noch deren Kopf aus dem Haufen herausragen sieht (M u n r o 1917).

Ganz eigenartige Verhältnisse liegen bei einigen Eulophinen (Chalcid.) vor nach den Beobachtungen B i s c h o f f s (1929) an *Euplectrus bicolor* Swed. und denen S t e i n e r s (1930) an *Cratotechus longicornis* Thoms. (Abb. 343). Beide Arten leben ektoparasitisch an f r e i l e b e n d e n Wirten, erstere an Eulenraupen, letztere an der Raupe von *Orgyia antiqua* L. Wenn die Parasitenlarven ausgewachsen sind, verwandeln sie sich unter oder in unmittelbarer Nähe der ausgesaugten Raupe in die Puppe, die aber hier nicht wie sonst bei den Hymenopteren eine „pupa libera", sondern eine „p u p a o b t e c t a" ist (Abb. 344) (wie sie auch anderen Eulophinen-Puppen zukommt). Bei beiden Arten treten aus dem Hinterleibsende der Larve vor der Verpuppung Sekrettropfen aus, die bei *Euplectrus* zum Spinnen von Fäden zur Befestigung der Wirtsraupe (die gewissermaßen als Dach dient) und zur Anfertigung von Gitterkokons dient, und bei *Cratotechus* zum Festkleben der Larven bzw. Puppen auf der Unterlage. Die *Cratotechus* - Puppen sind entsprechend ihrer freien ungeschützten Lage stärker chitinsiert und dunkel gefärbt.



Abb. 344. Die in Abb. 343 dargestellten *Cratotechus*-Larven haben sich zu schwarzen Puppen vom Typ der Pupa obtecta verwandelt. Die getötete Raupe ist auf der linken Seite des Blattes zu sehen. Nach S t e i n e r

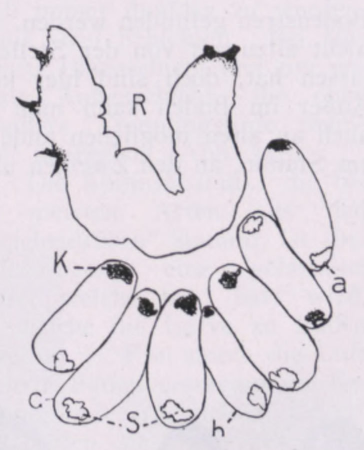


Abb. 345. Radiale Anordnung von 7 *Habrobracon*-Kokons um einen Raupenleichnam (R). K = Kot, S = Schlüpfloch. Nach H a a s e

ad 2b: Auch zwischen den Gruppen 2a und 2b stehen Übergänge. So gibt es Ektoparasiten, die vor ihrer Verpuppung eine kleine Strecke weit (einige Zentimeter) von ihrem Wirt wegwandern, so daß die Puppen durch einen größeren oder kleineren Zwischenraum von ihrem Opfer getrennt sind, wie z. B. bei *Habrobracon* (Abb. 345).

Andere sind zwar weiter von ihrem Wirt getrennt, bleiben aber durch einen Gespinstfaden mit diesem bzw. mit der Stelle, wo das Ausbohren aus dem Wirt statt-



Abb. 346. Drei Kokons von *Meteorus versicolor* an je einem Faden an einem Zweig befestigt, an dem die Raupen (Kiefernspinner) eingegangen sind. 2/1. Nach Scheidter

gefunden hat, verbunden. Es trifft dies für *Meteorus*-Arten zu (Braconiden), z. B. für den Kiefernspinnerparasiten *Meteorus versicolor* Wsm. (Abb. 346). Hat sich die erwachsene Larve dieses Parasiten halb oder dreiviertel aus der Spinnerraupe herausgebohrt, so befestigt sie zunächst den Anfang des Spinnfadens, zieht sich nun noch vollends aus der Raupe, und schon hängt sie an einem kurzen Faden frei in der Luft. „Der Faden wird immer länger, ein, zwei, ja selbst 3 cm lang und nun beginnt die interessante Arbeit des Kokonspinnens." Diese ist hier besonders schwierig, weil die Larve frei hängt und also keine Stütz- bzw. Anheftungspunkte für ihre Fäden besitzt (Scheidter 1912).

In den weitaus meisten Fällen findet man die Puppe völlig getrennt vom Wirt. Es sei in dieser Hinsicht auf die vielen in früheren Abschnitten genannten Schmetterlings- oder Blattwespen-Parasiten hingewiesen, deren Kokons in der Bodenstreu gefunden werden. Auch bei diesen findet häufig die Verpuppung nicht allzuweit von der Stelle statt, wo die Parasitenlarve ihr Opfer verlassen hat, doch sind hier keinerlei Zusammenhänge mehr zu erkennen. Außer im Boden kann man Schlupfwespen-Kokons auch an allen möglichen anderen Stellen finden, wie am Stamm, an den Zweigen usw.

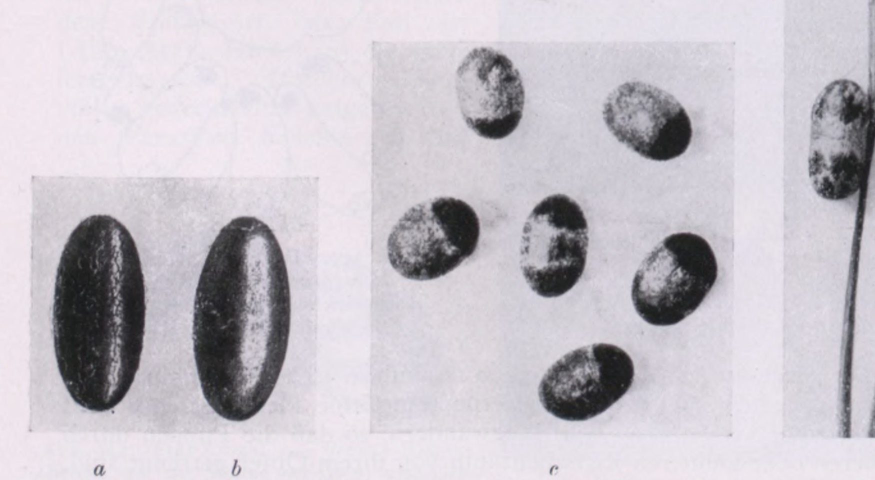


Abb. 347. Verschiedene Schlupfwespen-Kokons. a und b *Enicospilus ramidulus* L. (aus Schwerdtfeger); c *Hyposoter disparis* Vier. (nach Muesebeck und Parker aus Schedl); d Ichneumonide aus Kiefernspinner

Die Verpuppung von *Microplitis* z. B. (Braconide) scheint nach Prell (1925) jeweils dort zu erfolgen, wo sich die kranke Raupe (Kieferneule) zuletzt aufhielt: am Boden wohl dann, wenn die Raupen (es handelt sich um Jungraupen) heruntergefallen waren, an der Rinde des Stammes dann, wenn die infizierten Raupen erst heruntergefallen waren und wieder aufzubaumen suchten, und an den Nadeln dann, wenn die Raupen gar nicht herabfielen" (Prell 1925).

Bau der Kokons und das Spinnen.

Die Kokons sind sehr verschieden nach Größe, Form, Färbung, Skulptur und dem Aufbau der Wand, so daß man häufig schon an ihnen die Art der Schlupfwespe erkennen kann. Die meisten sind tonnenförmig, die einen mehr stumpf (z. B. *Enicospilus ramidulus* L.), die anderen mit verjüngten Enden (wie *Banchus femoralis* Thoms.), andere schlank spindelförmig beiderseits zugespitzt und leicht längsgestreift *(Microplitis)* und wieder andere rundlich oval *(Hyposoter)*. Die meisten Kokons sind im erhärteten Zustand dunkel schwarzbraun gefärbt, doch gibt es auch hellere, ja solche mit heller Grünspanfärbung, wie auch solche, bei denen sich hellere Partien von dunklen abheben (Abb. 347 c u. d). Im frischen Zustand sind die Kokons gewöhnlich heller, weißlich, um dann allmählich immer dunkler zu werden.

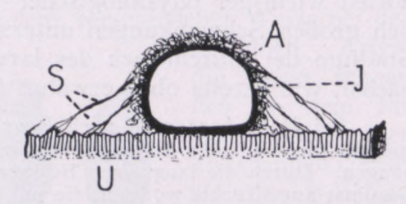


Abb. 348. Schematischer Querschnitt eines *Habrobracon*-Kokons. U = Unterlage, A = Außenschicht, I = Innenschicht des Kokons, S = Stränge zur Verankerung des Kokonkernes. Nach Hase

Die Wand der Kokons besteht häufig aus zwei Schichten. Bei *Habrobracon* unterscheidet Hase (1923) eine glatte Innenschicht und eine gerauhte Außenschicht, die ohne besondere Trennungslinie ineinander übergehen (Abb. 348).

Abb. 349. Vorpuppe (a) und weibliche Puppe (b) von *Habrobracon*; Au = Auge. Nach Hase

Die Spinnsubstanz, die bei den meisten Arten aus den „Speicheldrüsen" stammt, ist (bei *Habrobracon*) eine gelatinöse Masse, welche bald hart wird, und welche die Larve zu Fäden ausspinnt [1]). Frei durch die Luft geführte Fäden erstarren, in Berührung mit irgendeiner Unterlage laufen sie breit aus. Um die Fäden auf der Unterlage zu befestigen, drückt das Tier die Spinnöffnung auf und streicht die Spinnmasse aus.

Beim Spinnen liegt die *Habrobracon*-Larve mit dem Hinterkörper ruhig und wiegt den Vorderkörper langsam hin und her, je nachdem die Fäden gezogen werden sollen. „Um quer über den Leib ein Fadengewirr zu ziehen, wird der Vorderkörper scharf nach rückwärts — um 180° — eingeknickt. Indem neue Fäden an die

[1]) In seltenen Fällen stammt die Spinnsubstanz aus dem Hinterdarmabschnitt (s. oben S. 329).

bereits bestehenden angeklebt werden, bzw. damit mehr oder minder parallellaufend verschmolzen werden, entstehen Stränge verschiedener Dicke. Nach und nach verwirrt sich das Ganze zu einem flockigen, schneeweißen Gebilde. Fremdkörper werden in das Gespinst nicht mit einbezogen. Sind Kokons durch irgendwelche Eingriffe verletzt worden, so bessert die Larve — sofern sie überhaupt noch spinnt — die betreffende Stelle wieder aus; teilweise so geschickt, daß der Defekt kaum oder überhaupt nicht zu bemerken ist. Manche Larven verlassen aber auch diese Kokons und spinnen sich einen neuen."

Die Metamorphose.

Wenn der Kokonbau fertig ist, vollziehen sich bei der Larve eine Reihe höchst wichtiger physiologischer Vorgänge, deren Beginn und Ablauf zeitlich großen Schwankungen unterworfen ist. Da gewöhnlich erst in diesem Stadium der Durchbruch des larvalen Enddarms stattfindet, so erfolgt zunächst, wie bereits oben erwähnt (S. 325), eine intensive Kotabgabe.

Bei *Habrobracon* ist nach Hase (1923) der zuerst abgesetzte Kot tief dunkelrot bis schwarzrot; seine einzelnen Ballen bleiben rosenkranzähnlich aneinander hängen. Durch die langsamen Bewegungen der Larve wird diese zähe Kotmasse dem Gespinst angedrückt, wodurch sie mit den Fasern verklebt und einen schwarzen Endfleck am Kokon bildet (Abb. 345).

Hand in Hand mit diesen Vorgängen geht die Umwandlung der Larve in die Vorpuppe (Semipupa). Diese ist bei *Habrobracon* vor allem durch die durchschimmernde bräunliche Augenanlage und die Einschnürung des Körpers am 5. und 6. Segment charakterisiert (Abb. 349). Während diese Umgestaltung, wie oben bereits für *Ichn. nigritarius* angegeben, ohne Häutung sich vollzieht, erfolgt die Verwandlung in die Puppe unter einem Häutungsvorgang, der verhältnismäßig rasch erfolgt. Während die Vorpuppe noch keine Merkmale für das zukünftige Geschlecht erkennen läßt, ist dieses bei der Puppe ohne weiteres an dem nach rückwärts gekrümmten Stechapparat des ♀, an der Verschiedenheit der Fühler (beim ♂ wesentlich länger als beim ♀) und anderen Eigenschaften festzustellen.

Morris (1937) unterscheidet (nach dem Vorbild Eliescus bei Blattwespen, s. oben S. 70) zwei Vorpuppenstadien: die Eonympha und Pronympha. Erstere unterscheidet sich von der letzteren durch die Form (die der des letzten aktiven Larvenstadiums noch sehr ähnlich ist) und durch das Fehlen der Augenanlagen (Abb. 350). Ob sich diese Trennung bei allen Schlupfwespen durchführen läßt, bedarf der weiteren Untersuchung. Morris konnte sie für mehrere Ichneumoniden und Chalcididen feststellen.

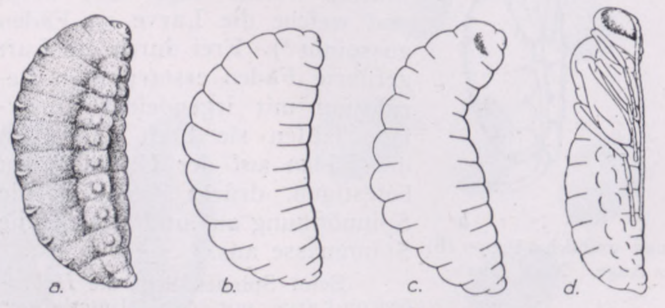


Abb. 350. *Exenterus abruptorius.* a Erwachsene Larve, b Eonymphe, c Pronymphe, d Puppe. 5/1. Nach Morris

Wie schon erwähnt, kann die Dauer der zur Verpuppung führenden Vorgänge recht verschieden sein; sie kann wenige Tage betragen, aber auch mehrere Monate; letzteres dann, wenn die erwachsene Larve oder das Vorpuppenstadium überwintert.

Das Schlüpfen der Imagines

Nach einer bei den einzelnen Arten sehr verschieden langen Puppenruhe, die übrigens auch durch äußere Einflüsse (Klima) noch stark verschoben werden kann, verlassen die Wespen die Puppenhülle. In den meisten Fällen müssen sie noch weitere Hindernisse überwinden, um ins Freie zu gelangen, wie die Kokonwand oder die Haut des Wirtes, in dem sie eingeschlossen sind, oder aber die Kokonwand u n d die Körperwand des Wirtes. Sie befreien sich aus diesen Hüllen dadurch, daß sie diese durchbeißen. Es geschieht dies in sehr verschiedener Weise bei den einzelnen Arten: die einen schneiden an dem Pol des Kokons einen kreisrunden Deckel ab (z. B. *Enicospilus merdarius* Gr.), während andere seitlich eine unregelmäßige Öffnung nagen, wie *Banchus femoralis* Thoms., *Habrobracon* (Abb. 345), *Ageniaspis* usw.



Abb. 351. A Euleneier mit den Schlupföffnungen der Räupchen B Euleneier mit den kleineren Schlupföffnungen des Eiparasiten *Trichogramma evanescens* Westw. C Eine Eulenpuppe mit mehreren Schlupflöchern des Puppenparasiten *Pteromalus alboannulatus* Rtzb. D Kieferneulenpuppen, aus denen *Ichneumon pachymerus* Htg. ausgekommen sind. Nach Sachtleben

Wo die Imagines im Innern des Wirtes auskommen und sich also aus diesem herausfressen müssen, sind die Öffnungen meist leicht als von Parasiten stammend zu erkennen. So z. B. sind die Schlupflöcher der Eiparasiten durch ihre Kleinheit und Form ohne weiteres von den Öffnungen zu unterscheiden, die durch Ausschlüpfen der Eiräupchen entstehen (Abb. 351 A, B), ebenso sind Schmetterlingspuppen, die von einem Parasiten verlassen wurden, ganz anders geöffnet als die, aus denen der Schmetterling geschlüpft ist (Abb. 351 C u. D) und auch da, wo Hyperparasiten aus Parasitenkokons ausgeschlüpft sind, geben Größe und Form der Schlupflöcher einen sicheren Anhaltspunkt (Abb. 352). Es ist dies ein für die Praxis (bei der Feststellung der Höhe der Parasitierung) sehr wichtiger Punkt.



Abb. 352. Kokon des Eulenparasiten *Banchus* mit Schlupflöchern von Hyperparasiten. Aus Schwerdtfeger

Bei den meisten Schlupfwespen herrscht P r o t e r a n d r i e , d. h. die männlichen Tiere schlüpfen vor den ♀♀ aus; der Zeitunterschied kann Wochen betragen, wie K l e i n e bei *Habrobracon sordidator* (Borkenkäferparasit) beobachtet hat, es kann sich aber auch nur um Tage handeln. An-

dererseits können auch ♂♂ und ♀♀ zu gleicher Zeit auftreten „es scheint auch, daß die Schlupfwespen verschiedener Örtlichkeiten sich in dieser Beziehung nicht immer gleichmäßig verhalten" (Stellwaag).

Die Gesamtentwicklung

Entsprechend der Verschiedenheit in der Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien verläuft die Gesamtentwicklung der Schlupfwespen in sehr unterschiedlichen Zeiträumen je nach Art und den klimatischen Verhältnissen. Wir kennen Arten, die in etwa einer Woche die Gesamtentwicklung durchmachen, also viele Generationen im Jahr haben können (*Trichogramma*), andererseits solche, die nur zwei Generationen haben, während wieder andere ein ganzes Jahr dazu brauchen, also eine einjährige Generation besitzen.

Auch eine und dieselbe Art kann in der Entwicklungsdauer Verschiedenheiten aufweisen. So kommt zuweilen ein „Überliegen" einiger Individuen auf zwei Jahre vor, so daß dann die Wespe erst nach zwei Jahren schlüpft[1]), andererseits kommen auch Fälle von Verkürzung der Entwicklungsdauer vor. So schlüpft von den Eulenparasiten *Ichneumon pachymerus* Htg., *bilunulatus* Gr. und *nigritarius* Gr., die gewöhnlich eine einjährige Generation haben, ein kleiner Teil der Individuen schon vor der Überwinterung, während die Hauptmasse erst im nächsten Frühjahr erscheint. Es kann ein und dieselbe Art am gleichen Ort teils eine einfache, teils eine doppelte Generation haben.

Wo es sich um kurze Entwicklungszeiten handelt, vollzieht sich die Gesamtentwicklung der Parasiten meist in einem Entwicklungsstadium (Ei, Larve oder Puppe) des Wirtes. Beispiele hierfür bieten die Eiparasiten *Trichogramma, Telenomus* u. a., die ihre ganze Entwicklung im Wirtsei durchmachen, oder der wichtigste Eulenparasit *Banchus femoralis* Thoms., der seine Eier in die Jungraupen legt und dessen ausgewachsene Larve aus der verpuppungsreifen Altraupe sich ausbohrt, ferner der Puppenparasit *Pteromalus alboannulatus* Rtzb., dessen Eier in die Puppen der Eule und anderer Schmetterlinge gelegt werden, und sich in etwa vier Wochen zur Imago entwickeln, oder endlich der Imaginalparasit *Perilitus,* der seine ganze Entwicklung in der Imago des Wirtes (eines Käfers) durchmacht.

Je länger die Entwicklungsdauer des Parasiten ist, desto mehr treten die Fälle ein, in denen dessen Entwicklung sich über mehrere Stadien des Wirtes hinzieht, wie Ei + Larve (z. B. *Ageniaspis fuscicollis* Dalm. in *Hyponomeuta)* oder Larve + Puppe (wie *Exochilum circumflexum* in der Eulen- oder Spannerraupe und Puppe) usw.

Nun gehören zu einer Wirtsart meist eine ganze Reihe von Parasitenarten, die oft so verteilt sind, daß jedes Stadium oder wenigstens das Ei-, Larven- und Puppenstadium des Wirtes von einer oder mehreren Parasiten-

[1]) Eckstein (1911, S. 140) z. B. beobachtete ein Überliegen bei *Microgaster gastropachae* Bouché, aus deren Kokons die Wespen teils im Jahr der Eiablage, teils ein Jahr später schlüpften. Nach Eckstein ist „das Überliegen für die Erhaltung der Art von Bedeutung insofern, als der Parasit unabhängig wird von den Schicksalen der einen Generation des Wirtes, da die Nachkommen der einen Parasitengeneration auf zwei Wirtsgenerationen verteilt werden".

arten befallen wird. Wir sprechen dann von „Parasitenfolgen" oder „Parasitenreihen" (siehe Bd. I, S. 240 und Bd. III, S. 704). Je lückenloser diese sind, und je reicher besetzt die einzelnen Glieder der Reihe, desto größer ist die Parasitenwirkung. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Mitglieder einer „Parasitenfolge" durchaus nicht etwa gleichwertig sind bezüglich der Wirkung auf die Vermehrung des Wirtes, sondern daß oft die Mehrzahl belanglos ist und nur einigen wenigen der Hauptteil an der Beschränkung der Nachkommenschaft des Wirtsinsektes zukommt. Die „Parasitenreihen" sind nicht etwa feststehend für jede Wirtsart, sondern können je nach dem Jahr und dem Ort des Vorkommens in ihrer Zusammensetzung und ihrer Häufigkeit stark schwanken bis zum völligen Fehlen des einen oder anderen Gliedes (vgl. die beiden Tabellen über die Parasitenfolgen des Schwammspinners in Europa und Japan in meinem Amerikabuch S. 107).

Monophagie und Polyphagie

Als Wirte der Schlupfwespen kommen alle Insekten in Frage (es gibt wohl nur wenige Insektenarten, die nicht von Schlupfwespen heimgesucht werden) und außerdem noch Tausendfüßler (Myriapoden) und Spinnen (Arachnoideen).

In den Beziehungen zwischen Schlupfwespen und Wirten bestehen beträchtliche Verschiedenheiten, insofern, als ein Teil der Schlupfwespen nur auf eine oder wenige Wirtsarten abgestimmt ist, der andere Teil dagegen auf viele oder sehr viele. Darnach unterscheiden wir monophage und polyphage Schlupfwespen.

Unter monophagen Schupfwespen verstehen wir mit Hase (1923) eine Form, deren Brut nur in oder an einer einzigen Wirtsart gedeihen kann; steht diese nicht zur Verfügung, so geht die Brut zugrunde. Bei polyphagen Schlupfwespen dagegen kann die Brut in oder an zwei, drei, vier oder noch mehreren verschiedenen Wirtsarten gedeihen [1]). Ist die Polyphagie sehr ausgedehnt und erstreckt sie sich auf Vertreter verschiedener Insektenordnungen, so spricht man von Pantophagie (Hase); diese ist also nur ein höherer Grad der Polyphagie.

Wie oben schon erwähnt, werden die legesüchtigen Weibchen durch den Geruchsinn zu den geeigneten Wirten hingeleitet. Monophage Schmarotzerwespen sind darnach die, bei denen der Duft nur einer einzigen Art die einleitenden Handlungen zur Unterbringung der Brut auslöst; polyphage Schlupfwespen solche, bei denen die Düfte von einer Anzahl naheverwandter Wirte, und pantophage Schlupfwespen endlich solche, bei denen die Düfte (Geruchsignale) sehr vieler und auch ganz verschiedenartiger Wirte (wie Hautflügler, Käfer, Schmetterlinge usw.) all die Reaktionen und Handlungen auslösen, die zur Unterbringung der Brut notwendig sind.

---

[1]) Die Verwendung der Begriffe Monophagie und Polyphagie wird darnach nur von der Ernährungsmöglichkeit der Larve bestimmt (und nicht von der Ernährungsweise der Imagines), die ja auch recht verschieden sein kann. So konnte Hase die Weibchen von *Habrobracon juglandis* im Laboratoriumsversuch nur mit Mehlmottenraupen füttern, während sie im Freiland Allesfresser sind.

Streng monophage Schlupfwespen sind sehr selten und stellen gewissermaßen Ausnahmen dar. Je weiter unsere Kenntnisse fortschreiten, desto kleiner wird die Zahl der für monophag gehaltenen Arten; ja nach Hase (a. a. O.) erscheint es recht zweifelhaft, ob es überhaupt streng monophage Schlupfwespen gibt.

Bei weitem der größte Teil der Schlupfwespen ist polyphag, meist in dem Sinne, daß die ♀♀ mehrere Arten einer systematischen Gruppe (Gattung, Familie oder auch Ordnung) als Wirte benutzen. Dabei werden allerdings von manchen polyphagen Arten oft einzelne oder gar nur ein Wirt besonders bevorzugt (wie z. B. *Pieris brassicae* von *Apanteles glomeratus*). Eine Spezialisierung auf bestimmte Gruppen von Wirten liegt z. B. bei den Arten der Gattung *Polygnotus* (Proctotrupide) vor, die nur Cecidomyiden-Larven angreifen oder bei den *Aphidius*-Arten und Verwandten, die nur bei Blattläusen parasitieren, oder bei den *Perilitus*-Arten (Braconide), deren Parasitismus auf Käfer-Imagines beschränkt ist. Die meisten der bei den verschiedenen Forstschädlingen genannten Schlupfwespen gehören in diese Gruppe.

Als das am meisten genannte Beispiel von Pantophagie sei der Eiparasit *Trichogramma* angeführt. Nach Hase (1926) sind bis jetzt 65 Wirtstiere bekannt, aus deren Eiern diese winzige Chalcidide gezogen wurde: 53 Lepidopteren, 6 Dipteren, 3 Coleopteren, 1 Hymenoptere, 1 Rynchote und 1 Neuroptere. Es besteht kein Zweifel, daß diese Liste ad infinitum fortgesetzt werden kann; geht die Wespe doch ohne weiteres von Lepidopteren-Eiern auf solche von Dipteren und von diesen auf solche von Rynchoten über usw.

Als weiteres Beispiel von Pantophagie sei *Pimpla alternans* Gr. genannt, die nach Stellwaag ihre Brut in sechs verschiedene Hymenopteren-, 2 Coleopteren-Arten und in eine Dipteren-Art unterbringt. Unter den Pimpliden gibt es noch eine ganze Reihe von Arten mit ähnlicher Pantophagie.

Es muß hier noch auf einen Zusammenhang hingewiesen werden, der zwischen Entwicklungsdauer der Parasiten und Polyphagie besteht: je schneller die Entwicklung des Parasiten verläuft, bzw. je größer der Unterschied in der Entwicklung von Parasit und Wirt ist, desto ausgedehnter wird zwangsläufig die Polyphagie sein müssen. Denn in den meisten Fällen kann nur dadurch, daß der „viel zu früh" ausgekommene Parasit seine Brut in einen anderen Wirt, der zu dieser Zeit gerade vorhanden ist, unterbringt, die Kontinuität der Generationen aufrechterhalten werden. So können die *Trichogramma*-Arten mit ihrer kurzen Entwicklungszeit von 8—14 Tagen nur dadurch existieren, daß sie so wenig wählerisch bezüglich der Wirtstiere sind. Sie kommen daher bei der Wahl eines Wirtes nie in Verlegenheit. Denn in welcher Insektenordnung sie auch immer schmarotzen, stets stehen ihnen eine ganze Reihe von verschiedenen Vertretern — darunter manche sogar mit mehreren Generationen im Jahr — zur Unterbringung der Eier zur Verfügung (Hase 1926).

Wo die Schlupfwespe zwei oder drei Generationen im Jahre hat, der Wirt dagegen nur eine, kann wohl der Fall eintreten, daß die ♀♀ der zweiten Generation ihre Eier in ein älteres Stadium des ursprünglichen

Wirtes ablegen, z. B. *Microgaster gastropachae* Bouché macht die eine Generation in den Herbstraupen durch, die andere in den überwinterten (Eckstein 1911), *Apanteles liparidis* Bouché durchläuft von seinen Generationen zwei in Schwammspinnerraupen (Schedl 1936), die ♀♀ der ersten Generation von *Apanteles melanoscelus* Rtzb. belegen die Jungraupen (1. bis 3. Stadium), die der zweiten Generation die Altraupen (3. Stadium) von *Porthetria dispar* L. usw. Doch sind diese Fälle relativ selten; gewöhnlich sind bei Erscheinen der zweiten oder dritten Generation geeignete ältere Stadien des ursprünglichen Wirtes nicht mehr vorhanden und so sind die Weibchen dieser Generationen gezwungen, andere Wirte, sogenannte Zwischenwirte zur Eiablage zu suchen. So macht der Kiefernspannerparasit *Ichneumon nigritarius* Gr. eine oder zwei Generationen in den Puppen anderer Spanner oder der Eule durch (Thalenhorst 1939 b). Fehlen diese Zwischenwirte, so können die Parasiten sich hier nicht weiter entwickeln. Wir haben schon verschiedentlich (z. B. beim Spanner [Bd. III, S. 519]) solche Fälle erwähnt und auch mehrfach darauf hingewiesen, welch entscheidende Rolle gerade dieser Punkt bei der Erhaltung des biologischen Gleichgewichtes in unseren Wäldern spielt (Mischwald — Reinbestandswald!).

Mit diesen Beispielen soll nicht gesagt sein, daß die Polyphagie stets eine Folge einer Diskrepanz in der Entwicklung von Parasit und Wirt ist. Sind doch auch die Schlupfwespen mit synchroner Entwicklung von Parasit und Wirt in weitaus den meisten Fällen polyphag. Polyphagie ist eben für die Erhaltung der Art überhaupt immer ein großer Vorteil gegenüber einer Monophagie.

Hyperparasitismus

Der Hyperparasitismus ist in vielen Fällen eine Art Multiparasitismus, insofern als es sich um die Anwesenheit der Larven verschiedener Schlupfwespenarten (A und B) in einem Wirt (W) handelt. Er unterscheidet sich aber von ihm dadurch, daß beim Multiparasitismus die verschiedenen Larven A und B unabhängig voneinander die gleichen Beziehungen zum Wirt haben, d. h. als Konkurrenten von dem Körperinhalt des Wirtes sich zu ernähren suchen, während beim Hyperparasitismus die verschiedenen Larvenarten A und B in lebensgesetzlichen Bindungen zueinanderstehen, und zwar in den gleichen wie Wirt und Parasit. Wie also die Larve A von den Säften des Wirtes W sich ernährt, so nährt sich die Larve B von den Säften der Larve A. Der Hyperparasitismus kann noch weitergehen, indem eine dritte Larve (C) hinzukommt, die sich von den Säften der Larve B nährt. Und so sprechen wir von Primärparasiten (A), Sekundärparasiten (B) und Tertiärparasiten (C).

Vom Standpunkt des Praktikers aus gelten die Primärparasiten als nützlich, die Sekundärparasiten als die Vernichter der ersteren als schädlich usw. Doch liegen die Dinge in Wirklichkeit nicht so einfach, da es durchaus nicht selten vorkommt, daß ein und dieselbe Art sowohl als Primär- als auch als Sekundärparasit auftritt. So wird z. B. der in einer Schildlaus (*Coccus hesperidum*) als Primärparasit

schmarotzende Chalcidide *Coccophagus lecanii* Fitch. zum Sekundärparasiten, wenn der Wirt bereits von einem anderen Primärparasiten (*Microterys* oder *Aphycus*) befallen ist (Timberlake nach Imms 1931[1]). Auch die Chalcididen *Monodontomerus aereus* Walk. und *Pteromalus egregius* Först. und viele andere[2]) sind sowohl als Primär- als auch als Hyperparasiten beobachtet worden. In solchen Fällen ist bisweilen schwierig zu beurteilen, auf welcher Seite die höhere Bedeutung liegt[3]). Bei manchen Formen allerdings, wie z. B. bei *Hemiteles tenellus* Say., ist der Hyperparasitismus als die Regel, der primäre Parasitismus dagegen mehr als Ausnahme zu betrachten, und dementsprechend dem ersteren die Hauptbedeutung beizulegen (Muesebeck u. Dohanian 1927).

Die Hyperparasiten sind meist weniger spezialisiert bezüglich der Wirtswahl als die Primärparasiten und es sind die Fälle nicht selten, daß von einer Art nicht nur die Larven der verschiedensten Schlupfwespenarten, sondern auch Tachinenmaden befallen werden. Wo die Primärparasiten bereits außerhalb ihres Wirtes sind, können sie von den Hyperparasiten leicht aufgefunden werden. Es trifft dies in allen jenen Fällen zu, in denen die Hyperparasiten ihre Eier in die Kokons der Primärparasiten (entweder außen auf die Haut der darin befindlichen Larven oder Puppen oder aber an die Innenseite der Kokonwand) unterbringen. Hier wird sehr viel von der Zeitdauer abhängen, während welcher die Kokons den Angriffen der Hyperparasiten ausgesetzt sind. Bei *Apanteles melanoscelus* sind die Kokons der ersten Generation, die nur kurze Zeit als Wirte dienen können, weit weniger hyperparasitiert als die Kokons der zweiten Generation, die vom Juli ab bis zur kalten Jahreszeit den Hyperparasiten zum Angriff zur Verfügung stehen (Muesebeck u. Dohanian).

Wie die Hyperparasiten zu jenen Primärparasiten geleitet werden, die noch in ihren Wirten sich befinden, darüber wissen wir noch wenig. Möglich, daß das ♀ die Anwesenheit des Primärparasiten durch die Haut von dessen Wirt wahrzunehmen vermag, möglich auch, daß es auf gut Glück eine Raupe, in der der Primärparasit vorzukommen pflegt, mit ihren Eiern belegt. Ist kein Primärparasit vorhanden, so geht die Larve des Sekundärparasiten mangels geeigneter Nahrung zugrunde, wenn sie nicht selbst sich als Primärparasit entwickeln kann.

Als Beispiel dafür, daß das ♀ des Hyperparasiten das Vorhandensein eines Primärparasiten erkennen kann, führe ich den Chalcididen *Eutelus typographi* Ruschka

---

[1]) Interessant ist die Beobachtung Timberlakes, daß *Coccophagus* als Primärparasit normalerweise parthenogenetisch sich fortpflanzt, und zwar thelytok eine ♀♀-Generation nach der andern erzeugt, als Sekundärparasit dagegen nur ♂♂ hervorbringt.

[2]) Silvestri hat bei der Ölmotte (*Prays oleellus* F.) 9 Primärparasiten festgestellt, von diesen können nicht weniger als 8 auch als Sekundärparasiten auftreten (Stellwaag).

[3]) In Nordamerika wurden 1906 einige Exemplare von *Monodontomerus* zur Bekämpfung des Schwammspinners und Goldafters ausgesetzt. Als derselbe dann nachträglich als Sekundärparasit erklärt wurde, versuchte man den begangenen Fehler wieder gutzumachen und tötete alle erscheinenden *Monodontomerus* ab. Später, als man erkannt hatte, daß die Art doch auch Primärparasit ist, wurde die Einführung von neuem wieder betrieben. Es ist aber bis heute zweifelhaft geblieben, welche Maßnahme die richtige war (vgl. Muesebeck und Dohanian 1927 und Schedl, K. 1936).

an, der als Hyperparasit bei dem primären Borkenkäferschmarotzer *Ipocoelius seitneri* Ruschka lebt, und nur solche Käfer (von *Ips typographus* L.) ansticht, die bereits vom *Ipocoelius* parasitiert sind (Ruschka 1924).

Daß andererseits auch der Zufall oft eine große Rolle spielt, können wir aus solchen Fällen ersehen, in denen die Hyperparasiten ihre Eier frei, entfernt vom Wirt, ablegen. Als ein besonders lehrreiches Beispiel hierfür sei der als Hyperparasit in der Raupe des Kieferntriebwicklers *Evetria buoliana* Schiff. lebende *Perilampus tristis* Mayr. genannt. Dieser kleine Chalcidide legt seine Eier (bis 384 Stück) wahrscheinlich frei an die Kiefernnadeln. Die daraus ausschlüpfenden Larven-„Planidien" (s. oben S. 319) warten hier, bis eine *buoliana*-Larve vorüberkommt, klammern sich daran fest und bohren sich in das Tier ein. Dort erwarten sie ihren eigentlichen Wirt, nämlich irgendeinen der Primärparasiten des Wicklers. Stellt sich ein solcher nicht ein, so bleiben die Planidien unverändert bis zu der im nächsten Jahre sich entwickelnden Puppe. Falls auch in diese kein Primärparasit gelangt, gehen sie in der Planidienform in den Schmetterling über, wo sie dann mit diesem absterben. Stellt sich aber ein Primärparasit in der Raupe ein, so bleibt das Planidium zwar noch eine Zeitlang, während des Herbstes und Winters, neben jenem ohne Angriff auf ihn im Raupenkörper, um erst im Mai und Juni sich in den Primärparasiten einzubohren. Doch auch hier bleibt es zunächst unverändert, erst wenn dieser, also der Primärparasit, zur Verpuppung schreitet, bohrt sich das Planidium wieder nach außen durch und heftet sich ihm als Ektoparasit an, wo dann rasch die Weiterentwicklung des Hyperparasiten über das zweite, dritte und vierte Larvenstadium bis zur Puppe stattfindet (Bergold und Ripper 1937).

Aus diesem letzten Beispiel ersehen wir erstens, daß hier die Mutterwespe des Hyperparasiten bei der Eiablage bestimmt wird von der Nähe einer Raupe, die noch gar keinen Primärparasiten enthält, so daß hier die Weiterentwicklung ihrer Brut von einem doppelten Zufall abhängig ist: einmal dem Vorüberkommen einer Raupe und sodann von der späteren Parasitierung durch einen Primärparasiten (daher die hohe Eizahl!). Wir lernen ferner zweitens daraus, daß das Planidium sehr lange Zeit in einer Art Latenzzustand verweilen kann, und daß endlich drittens die Entwicklung der Larve ektoparasitisch an einem bestimmten (späten) Entwicklungsstadium ihres Wirtes erfolgt, trotzdem sie zunächst sich in das Innere desselben eingebohrt hatte.

Die Larven der meisten hyperparasitischen Schlupfwespen leben denn auch ektoparasitisch an den Primärparasiten, entweder innerhalb von deren Wirten oder eingeschlossen im Puparium oder Kokon. Wo es sich um Schlupfwespen handelt, die sowohl als Primär- als auch als Sekundärparasiten leben, findet die Entwicklung im ersten Fall ento- und im zweiten Fall ektoparasitisch statt (z. B. *Monodontomerus aereus*).

Ob echter Tertiärparasitismus als konstante und obligatorische Erscheinung vorkommt, ist noch nicht sicher bewiesen, wenn auch in der Literatur verschiedentlich Fälle beschrieben werden, die das Vorkommen eines solchen Parasitismus dritten Grades wahrscheinlich machen (Muesebeck und Dohanian, Imms 1931, S. 262). Daß gelegentlich Tertiärparasiten vorkommen, dafür liegen eine Reihe von Beobachtungen vor.

Barnes (1931) schildert einen Fall, in welchem ein Chalcidier (*Asaphes vulgaris*) bald als Sekundär-, bald als Tertiärparasit auftritt, und zwar im folgenden Zusammenhang: Die sehr schädliche Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae* L.) wird von den Braconiden *Aphidius brassicae* und *polygoni* parasitiert, die ihrerseits wieder von der hyperparasitischen Gallwespe *Allotria* befallen werden. In diesen verhältnismäßig einfachen Entwicklungskreis bringt nun ein Chalcidier *Asaphes vulgaris* mannigfache Gleichgewichtsverschiebungen. *Asaphes* ist ein Ektoparasit, der sowohl als

Sekundärparasit an dem nützlichen *Aphidius,* wie auch als Tertiärparasit an dem schädlichen Sekundärparasiten *Allotria* leben kann. Ist letzterer sehr zahlreich, dann wird *Asaphes* hauptsächlich als Tertiärparasit auftreten, fehlt dagegen *Allotria,* so wird *Asaphes* als Sekundärparasit leben (Barnes und Speyer 1937). Einen weiteren Fall von tertiärem Parasitismus teilt Fahringer mit. Hier wurde ein Chalcidide *Panstenon assimilis* Nees aus einer Tachine gezogen, die bei *Pimpla ornata* Brischke schmarotzte. Die letztere ist wieder ein Parasit von *Malacosoma neustria L. Pimpla ornata* Brischke ist der primäre, *Tachina sp.* der sekundäre und endlich *Panstenon assimilis* Nees der tertiäre Parasit des Ringelspinners.

Die praktische Bedeutung der Hyperparasiten ist nicht zu unterschätzen, da die Vermehrung der Primärparasiten durch sie wesentlich eingeschränkt bzw. verlangsamt werden kann. Im allgemeinen wird die Bedeutung des Hyperparasitismus noch unterschätzt, und in vielen Fällen, in denen die Parasitierung eines Schädlings nur langsame oder gar keine Fortschritte macht, mag das Auftreten von Hyperparasiten die Ursache sein. Es wird wohl nur wenig Primärparasiten geben, die ganz verschont von Hyperparasiten bleiben.

Der Hyperparasitismus kann so weit gehen, daß die Wirkung der Primärparasiten praktisch völlig aufgehoben wird. So schlüpften in den Versuchen von Muesebeck und Dohanian von den gesammelten Kokons der 2. Generation von *Apanteles melanoscelus* nur 1 % infolge der Angriffe von *Hemiteles tenellus,* von den Kokons der 1. Generation (mit kurzer Kokonzeit) dagegen 26—30 %. Die Hyperparasitierung der Primärparasiten von *Evetria buoliana* z. B. durch *Perilampus tristis* Mayr (s. oben) erreichte in einem Falle 86,5 % und andere Feststellungen kamen diesem Falle nahe (Bergold und Ripper 1937). Besonders verderblich können die Hyperparasiten werden, wo es sich um die Einführung von Primärparasiten in ein fremdes Land zur biologischen Bekämpfung handelt; sie können hier den ganzen Erfolg in Frage stellen.

Die Mehrzahl der hyperparasitischen Schlupfwespen gehören den Chalcididen an, dann den Ichneumoniden, vor allem den Unterfamilien der Cryptinen und Ophionen, und endlich auch den Proctotrupiden.[1])

Wirkung des Parasitismus auf den Wirt

Kommt der Parasit voll zur Entwicklung, so laufen die Wirkungen auf den Wirt, wenn auch in Einzelheiten oft verschieden, in den weitaus meisten Fällen auf das gleiche hinaus, nämlich auf den Tod des Wirtes, mag es sich um Mono- oder Superparasitismus oder um Ento- oder Ektoparasitismus handeln. Die Verschiedenheiten beziehen sich hauptsächlich auf die Zeit: In manchen Fällen tritt der Tod des Wirtes sehr schnell ein, so daß der Parasit einen Teil seiner Entwicklung als Necrophage durchmacht — es trifft dies vor allem bei Ektoparasiten zu, wo der Wirt vorher gelähmt wird —, andererseits kann der Wirt bis zur vollen Entwicklung der Parasiten lebend bleiben und dabei oft noch ins nächste Stadium, also bei Raupenparasiten z. B. in die Puppe oder gar in die Imago übergehen (letzteres kommt besonders bei hemimetabolen Insekten vor). Solange die Schlupfwespenlarve sich mit der Aufnahme von Blut und Fett begnügt, zeigt

[1]) Auch unter den zoophagen Cynipiden (s. dort) gibt es eine Reihe von Hyperparasiten.

der Wirt äußerlich keine deutlichen Störungen seines normalen Verhaltens; er sucht höchstens durch gesteigerte Freßtätigkeit der Abzapfung von seiten des Parasiten entgegenzuarbeiten. Erst wenn der heranwachsende Parasit dazu übergeht, auch die wichtigeren Organe anzugreifen, ist der Tod des Wirtes nur noch eine Frage der Zeit. Gewöhnlich geht der Wirt, kurz nachdem der Parasit sich verpuppt hat, zugrunde.

Es gibt aber auch Fälle, in denen die Entwicklung des Parasiten nicht zum Tode des Wirtes führt, sondern dieser auch nach dem Verlassen der fertigen Schlupfwespe noch weiterlebt und auch noch Eier legt. Es trifft dies bei verschiedenen Imaginalparasiten (z. B. *Perilitus)* zu. Hier nähren sich die Larven hauptsächlich von dem in Verbindung mit der Embryonalhülle umgebildeten Fettgewebe (s. S. 323) und „infolgedessen leiden die Wirte zunächst recht wenig, so daß in vielen Fällen sogar die Eiablage des Käfers normal vor sich geht; erst in vorgeschrittenem Stadium der Parasitierung kommt es zu teilweiser oder völliger Kastration". Auch diese, namentlich an den Ovarien deutlichen Degenerationserscheinungen (Schrumpfungen) scheinen nicht durch direkten Fraß der Parasitenlarven an dem Organismus selbst hervorgerufen zu sein, sondern sind wohl eine Folge der andauernden Säfteentziehung und Vergiftung durch fremde Stoffwechselprodukte (Speyer 1925, S. 142). Wie verhältnismäßig wenig das Allgemeinbefinden der Wirte durch die Anwesenheit von Imaginalparasiten berührt wird, geht aus einem Versuch Timberlakes hervor, der aus dem gleichen Coccinelliden-Individuum nacheinander zwei Generationen züchten konnte (Imms 1931, S. 296).

Abwehrreaktion des Wirtes (Immunität)

Der Wirt bleibt nicht reaktionslos gegen den Parasiten, sondern er nimmt sofort nach der Infektion den Kampf gegen ihn bzw. gegen dessen Ei, auf und in vielen Fällen gelingt es ihm auch, den Parasitismus gleich im ersten Stadium abzustoppen. In einem von Paillot beobachteten Fall kamen 40 % der von dem Ophioninen *Eulimneria crassifemur* Thoms. in den Larven der Blattwespe *Neurotoma nemoralis* abgelegten Eier nicht zur Entwicklung. Ebenso konnte Smits van Burgst feststellen, daß viele von Schlupfwespen infizierte Raupen von *Lymantria monacha* L. vollkommen normale Falter ergaben.

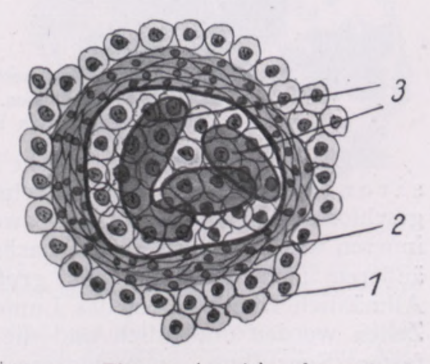


Abb. 353. Eier von *Apanteles glomeratus* L. (in *Pieris rapae* L.) von einer Kapsel eingeschlossen. 1 Haemocyten, die die äußere Schicht der Kapsel bilden; 2 innere Schicht, aus mehreren Lagen flacher spindelförmiger Zellen bestehend; 3 Eier. Nach N. F. Meyer

Weitere sehr wichtige Beiträge zu dieser Frage verdanken wir N. F. Meyer (1927): Von den von *Exetastes* (einem Ophioninen) mit Eiern belegten *Mamestra brassicae*-Raupen — die dunkelgefärbten Schlupfwespeneier sind durch die dünne Haut der jungen Eulenraupe leicht zu sehen, so daß die Infektion mit Sicherheit festzustellen ist — haben sich 18 % zu

normalen Schmetterlingen entwickelt; bei den von *Angitia rapae* Meyer infizierten Raupen des Rübenweißlings (*Pieris rapae* L.) haben 27 % und bei von *Apanteles glomeratus* L. infizierten Raupen des gleichen Schmetterlings sogar 40 % den Parasitismus völlig überwunden; die Wirte haben sich dann normal weiterentwickelt. Nach Muesebeck und Parker (1933) wurden die Eier der zur Bekämpfung des Schwammspinners eingeführten Schlupfwespe *Hyposoter disparis* Vier. bis zu 34 % in den Raupen abgetötet.

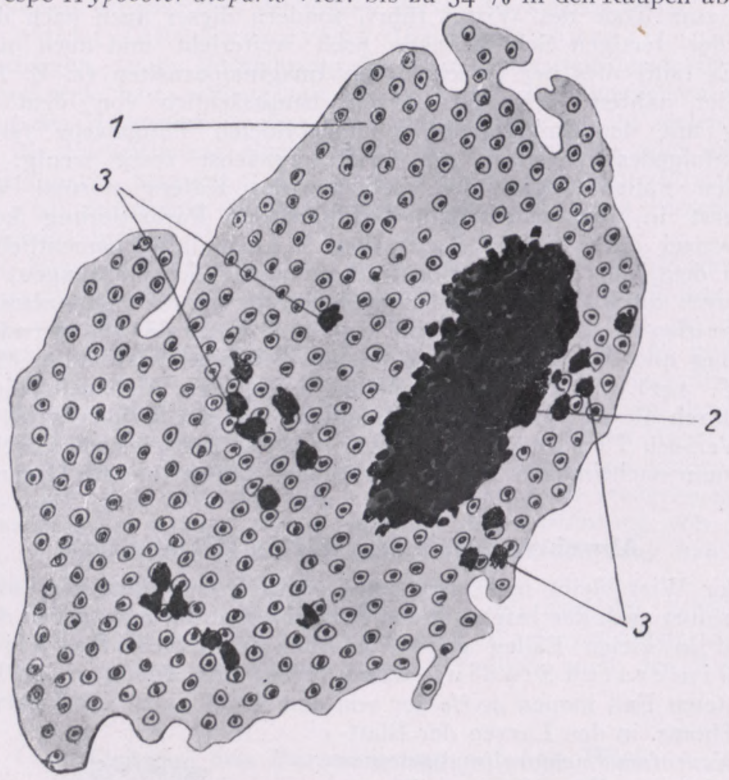


Abb. 354. Ein zerstörtes und zerfallenes *Apanteles*-Ei (in *Pieris rapae* L.) von einem Syncytium eingeschlossen. 1 Syncytium, 2 Ei des Parasiten, 3 Klümpchen des zerstörten Eies. Nach N. F. Meyer

Die Abwehrreaktion besteht in einer Abkapselung des Parasiteneies; dieses wird einzeln oder zu mehreren von einer Hülle eingeschlossen, deren Wand aus zwei Schichten zusammengesetzt ist, einer inneren aus mehreren Lagen flacher, spindelförmiger Zellen und aus einer äußeren, mehr lockeren, aus großen Hämocyten bestehenden (Abb. 353). Allmählich verschwindet das Lumen der Kapsel, die Grenzen zwischen den Zellen werden undeutlich und die Eier des Parasiten sind jetzt in einem festen Syncytium eingeschlossen (Abb. 354). Nach einigen Tagen beginnen die Eier sich aufzulösen und in eine Anzahl von kleinen Klümpchen zu zerfallen, die in dem Syncytium verstreut liegen [1]).

[1]) Auch bei dem Tachinenparasitismus sind ähnliche Abwehrvorgänge durch Einschließen der Tachinenlarve beobachtet worden (siehe dort).

Eingehende Untersuchungen über die Abwehrkräfte des Wirtes hat neuerdings Böse (1935) angestellt, wonach eine Abwehr im obigen Sinne allgemein zu sein scheint. Nach Böse ist die Immunität bei Insekten ausschließlich „eine Reaktionserscheinung des Blutes und seiner Elemente". Von den letzteren sind es vor allem jene Zellen, die als Phagocyten bezeichnet werden; sie flottieren in der Haemolymphe und dienen sozusagen als Gesundheitspolizei. Die Schlupfwespeneier der verschiedenen Arten üben eine ganz unterschiedliche Wirkung auf diese Blutzellen aus. Bei den einen werden die Phagocyten stärker angezogen, so daß sie sich schnell um das Ei legen und die Umhüllung und Abkapselung des Eies sich rasch vollzieht, während bei anderen die Anziehung der Phagocyten nur schwach ist und daher auch die Abkapselung nur langsam und unvollkommen vor sich geht. Und da es sehr viel darauf ankommt, daß die wirksame Abkapselung möglichst schnell sich vollzieht, ehe die Embryonalentwicklung beendet ist, so hängt letzten Endes der Grad der Immunität von der Stärke der Reizwirkung des Parasiteneies auf die Phagocyten ab. Wenn, wie wir oben hörten, die Immunität von *Pieris brassicae* gegenüber *Apanteles* wesentlich schwächer ist als die von *Pieris rapae,* so deshalb, weil die Abkapselung der Eier bei ersterer Raupe langsamer vor sich geht (und daher keine tödliche Wirkung ausübt) als bei *P. rapae.* Und da *Apanteles* letztere weit weniger belegt als erstere, so scheint, daß die Schlupfwespen „vorausahnten, daß ihren Nachkommen gerade in diesen Raupen eine Gefahr droht" (Böse) und also instinktiv Raupen mit stärkerer Abwehrkraft mehr oder weniger meiden. Und wenn in jeder Parasitenreihe einige Arten besonders wirksam sind (Hauptparasiten), andere dagegen stärker zurücktreten, so mag dieser Unterschied zum Teil auf der Verschiedenheit der Abwehrreaktion auf die Eier der verschiedenen Schlupfwespen-Arten beruhen [1]).

Auch um junge Schlupfwespen-Larven sammeln sich Phagocyten zur Umkapselung an, die zum Teil zum Tode derselben führen können (Abb. 355), doch trifft dies weit seltener zu als bei den Eiern, da die Larven es verstehen (durch Bewegungen usw.), einen vollkommenen Abschluß zu verhindern bzw. lebensnotwendige Lücken in der Kapsel zu erhalten; manche Larven bilden auch eine Hülle, um sich vor den Angriffen der Phagocyten zu schützen [2]).

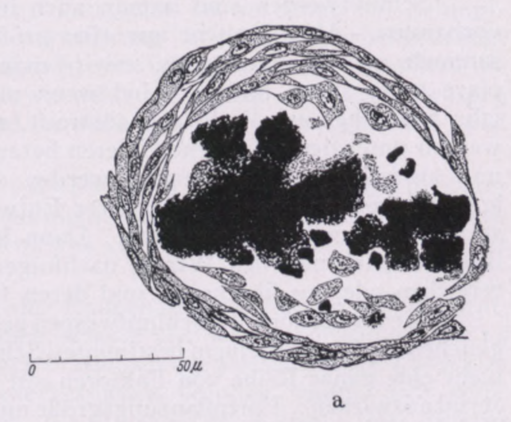


Abb. 355. Parasiten-Larve (in *Vanessa jo*) durch Phagocyten eingekapselt und zerstört. Nach Boese

[1]) Die von Thompson vertretene Ansicht, daß die Phagocytose nur sekundäre Bedeutung hat, indem sie nur an und für sich kranke Parasiteneier zur Auflösung bringt, dürfte in dieser allgemeinen Fassung kaum Geltung besitzen.

[2]) Rietra (1932) fand gesunde Larven von *Nemeritis* (Mehlmottenparasit) nur sehr selten, hingegen verwundete sehr oft von Hämocyten umgeben. „Es ist möglich daß die durch die Wunden hervorgerufene hämocytäre Reaktion, zusammen mit den Wunden, den Tod der Larven verursacht." Eine hämocytäre Reaktion auf Eier oder Embryonen des Parasiten konnte er hingegen niemals entdecken.

Das hier kurz berührte Gebiet der phagocytären Abwehr des Wirtes gegen die Parasiten ist bisher noch ganz wenig erschlossen. Unserer Ansicht nach kommt diesen Vorgängen eine ganz besondere Bedeutung zu, sowohl in ökologischer Hinsicht als auch bezüglich der Frage der Bevorzugung einzelner Wirte wie überhaupt der Frage der Monophagie, Polyphagie und Pantophagie.

Es gibt aber noch eine andere Art von Immunität, die darauf beruht, daß manche Individuen einer Wirtsart bei der Eiablage beharrlich gemieden werden (Präventiv-Immunität). Da die Schlupfwespenweibchen in der Hauptsache vom Geruchsinn geleitet werden, so müssen wir annehmen, daß es Individuen gibt, die einen abwehrenden Duft abgeben, jedenfalls einen solchen, der nicht die Stech- bzw. Eierlegreaktion auslöst (s. S. 343).

Das Auswählen der Wirtsindividuen kann man bei manchen Eiparasiten gut beobachten, die oft längere Zeit auf Eihäufchen zubringen und dabei sorgfältig und wiederholt ein Ei nach dem andern mit ihren Fühlern untersuchen, um dann endlich nur einzelne zu infizieren. Daß es sich dabei nicht um einen Zufall handelt, scheint daraus hervorzugehen, daß von einer Wirtsgesellschaft stets die gleichen Individuen gemieden werden, auch wenn man verschiedene Parasiten zu ihnen setzt. Smits van Burgst (1919), N. F. Meyer (l. c.) und andere bringen eine Reihe von Beispielen für diese individuelle Immunität. Ratzeburg setzte bekanntlich ganz allgemein eine Prädisposition (Schwächung) des Wirtes für die Parasitierung durch Schlupfwespen voraus, wobei er aber wohl zu weit gegangen sein dürfte[1]) (s. Bd. I dieses Werkes S. 335).

Gradation

Schlupfwespen sind immer, auch in den „ruhigsten" Zeiten, im Wald vorhanden. Man braucht nur eine größere Anzahl Raupen im Walde zu sammeln und einzuzwingern, so wird man stets einige „angestochene" Exemplare unter ihnen finden. Und wenn man mit dem Schöpfnetz im Frühjahr Sträucher am Waldrand abstreift, so wird man meist einige Schlupfwespen unter den gefangenen Tieren herausholen können. Zu einer stärkeren und auffallenden Vermehrung werden die Schlupfwespen aber erst dann kommen können, wenn die zu ihrer Entwicklung notwendigen Wirte in eine stärkere Vermehrung eintreten. Dann können auch die Schlupfwespen in ihrer Vermehrung den Wirten nachfolgen, um letztere nicht selten bald zu erreichen oder zu überholen, und deren Übervermehrung abzustoppen.

Die Gradation der Schlupfwespen geht aber durchaus nicht immer in der gleichen Weise nach einem bestimmten Schema vor sich. Es spielen dabei vielmehr eine ganze Reihe von Faktoren mit herein, die sich hemmend oder fördernd auswirken: Fortpflanzungsgröße und -schnelligkeit des Parasiten, Übereinstimmung oder Diskrepanz in der Entwicklung von Parasit und Wirt, Stärke der Abwehrreaktion, Krankheiten des Wirtes, Hyperparasitismus, Super- und Multiparasitismus, klimatische Einflüsse und anderes mehr.

Liegen optimale Verhältnisse vor, so kann die Gradation sehr schnell zu gewaltiger Höhe emporsteigen. Wir beobachteten im Jahre 1936 im

[1]) Während der Korrektur ist eine Arbeit des Ungarn J. Györfi (1939) erschienen, der auf experimentellem Wege zu zeigen versucht, daß geschwächte Raupen tatsächlich stärker parasitiert werden als ganz gesunde. — Die Frage verdient eingehend studiert zu werden (s. Escherich, 1940).

Laufe von wenigen Wochen ein Ansteigen der Parasitierung der Kiefernspannereier durch *Trichogramma* von 5 % auf 70 %. Die Entwicklung von *Trichogramma* vollzieht sich so schnell (in 8—14 Tagen), daß bei der stark verzettelten und langdauernden Eiablage des Spanners für die frisch geschlüpften Wespen stets genügend neues Brutmaterial zur Verfügung stand und in der kurzen Zeit mehrere Generationen aufeinanderfolgen konnten. Es liegen in der Literatur eine Reihe von Beispielen vor, daß die Gradation so stark und rasch verlief, daß es in kurzer Zeit zu einer praktisch 100prozentigen Parasitierung durch Schlupfwespen kam.

Andererseits beobachten wir aber auch sehr häufig, daß die Gradation der Schlupfwespen durchaus nicht gleichen Schritt mit der des Wirtes hält, ja im Gegenteil zurückgeht. Steiner z. B. beobachtete bei einer Spannerkalamität einen Rückgang der Schlupfwespenparasitierung von 17,12 % im ersten Eruptionsjahr auf 10,32 % im zweiten Eruptionsjahr (siehe dieses Werk Bd. III, S. 531). Die ungünstigen Faktoren können so überhand nehmen, daß die Schlupfwespengradation gänzlich abgestoppt oder vollkommen zurückgedrängt wird.

Wenn wir oben gehört haben, daß der Hyperparasit *Perilampus tristis* die Primärparasiten von *buoliana* bis zu 83 % befallen kann, so verstehen wir, daß hier die Gradation der Primärparasiten nur langsame Fortschritte machen kann. Ein sehr häufiger Grund des Zurückgehens der Schlupfwespenvermehrung liegt in einem Multiparasitismus mit Tachinen, bei welchem die letzteren fast stets Sieger bleiben. In dem erwähnten Steinerschen Beispiel stieg die Parasitierung durch Tachinen vom ersten zum zweiten Eruptionsjahr von 9,88 % auf 31,62 %, während gleichzeitig die Schlupfwespenparasitierung von 17,12 % auf 10,32 % fiel. Stellwaag führt eine ganze Reihe von ähnlichen Beispielen an, in denen die Schlupfwespen durch Tachinen in ihrer Vermehrung so stark zurückgedrängt wurden, daß am Zusammenbruch (Krisis) der Wirtsgradation schließlich die Tachinen den Hauptanteil hatten, wiewohl anfänglich die Schlupfwespen weit überwogen. In diesem Band sowohl wie im vorhergehenden sind ähnliche Fälle zu finden.

Auch durch die Phagocytenreaktion kann jeweils ein größerer oder kleinerer Prozentsatz (40 % und mehr) der bereits im Wirt befindlichen Schlupfwespeneier vernichtet werden, was ebenfalls stark hemmend auf die Gradation wirken kann.

Daß auch Krankheiten der Raupen sehr ungünstig auf die Entwicklung der Parasiten wirken können, scheint aus der Beobachtung Smits van Burgst hervorzugehen, wonach in Raupen des Rotschwanzes *Dasychira pudibunda* L., die von der Polyederkrankheit befallen waren, sich keine Schlupfwespen entwickelt haben (s. Stellwaag, S. 62). Des öfteren wurde ferner hier schon betont, daß der Mangel an Zwischenwirten das Aufkommen einer Schlupfwespengradation verhindern kann. Und daß endlich auch das Klima (Temperatur, Feuchtigkeit usw.) auf den Verlauf der Gradation der Schlupfwespen einen großen Einfluß haben kann, lehren die verschiedenen Angaben, die oben über Verkürzung und Verlängerung der Entwicklung usw. durch hohe und niedere Temperatur gemacht wurden (siehe hierüber auch Maercks 1933). Den Einfluß des Klimas können wir zum Teil auch aus der verschiedenen Zusammensetzung der

Parasitenreihen in verschiedenen geographischen Gebieten entnehmen[1]). Daß auch auf indirektem Wege die Parasitierung stark vom Klima beeinflußt werden kann, geht aus einer Beobachtung Voûtes hervor, wonach die Parasitierung des Citrus-Minierers *Phyllocnistis citrello* (Tineide) durch einen Chalcididen *(Ageniaspis spec.)*, stark abhängig ist vom Microklima: in beschatteten Beeten stieg die Parasitierung rasch bis zu 100 %, während in nicht beschatteten die Zunahme nur kurze Zeit anhielt, um dann bald wieder auf wenige Prozente herabzusinken. Wahrscheinlich ist hier der Einfluß des Microklimas ein indirekter insofern, als er sich auf die Bildung der Blattcuticula erstreckt. Bei Trockenheit (in den unbeschatteten Beeten) wird die Cuticula so kräftig und dick, daß die darunter minierende Raupe von der Schlupfwespe nicht aufgefunden wird, während sie bei Feuchtigkeit (in den beschatteten Beeten) eine für die Parasitierung günstige Beschaffenheit erhält.

Aus diesen kurzen Andeutungen über die Gradationen der Schlupfwespen geht schon deutlich hervor, daß diese durchaus nicht automatisch mit den Wirtsgradationen, die wohl die Voraussetzung für jene bieten, sich vollziehen. Schlupfwespengradationen haben vielmehr ihre eigenen Gesetzlichkeiten und Abhängigkeiten von biotischen und abiotischen Faktoren und können dementsprechend einen ganz anderen Verlauf nehmen als die Gradationen ihrer Wirte. Es ist daher dringend davor zu warnen, schon beim ersten Einsetzen einer Schlupfwespengradation rechnerisch den Zeitpunkt festlegen zu wollen, an dem der Parasit den Wirt in seiner Vermehrung überholt und damit dessen Schicksal besiegelt haben wird. Solche Kalkulationen könnten sich bitter rächen.

Forstliche Bedeutung der zoophagen Schlupfwespen

Die Schlupfwespen spielen in der Bevölkerungsbewegung der Waldbiocönose eine bedeutsame ökologische Rolle. Infolge ihrer ungeheuren Formenmannigfaltigkeit — man braucht nur die Abbildungen zu betrachten, oder an die Größenunterschiede zwischen einer *Rhyssa* und den mikroskopisch kleinen Trichogrammen zu denken — gelangen sie, wie oben schon gesagt, überall hin. Kein Insekt, mag es unter Rinde oder tief im Holz oder in der Streudecke leben, ist vor ihnen sicher und so greifen die Schlupfwespen in die Vermehrung des gesamten Insektenlebens im Walde im Sinne einer Beschränkung der Nachkommenzahl ein. Inbezug auf die allgemeine Erfassung des Insektenbestandes übertreffen die Schlupfwespen wesentlich die Tachinen, die infolge ihrer verhältnismäßig großen Einförmigkeit der Mannigfaltigkeit des Insektenlebens weniger angepaßt sind.

Auf diese stetige, meist unsichtbare Tätigkeit der Schlupfwespen ist bei der Beurteilung ihrer forstlichen Bedeutung das Hauptgewicht zu legen. Sie ist es vor allem, die — im Verein mit der Tätigkeit der Tachinen und räuberischen Tiere — vorbeugend wirkt, so daß Übervermehrungen einzelner

[1]) So konnte Seitner (1915) von den von Ratzeburg angegebenen 39 Schlupfwespenparasiten des Kiefernspinners bei Wiener Neustadt nur 8 Arten feststellen; es fehlten hier also beinahe 80 %.

Mitglieder des Insektenbestandes auf Kosten anderer verhindert werden und der normale Lebensrhythmus des „Überorganismus“ Wald gewährleistet wird.

Wenn dennoch Störungen vorkommen, so ist dies ein Zeichen dafür, daß die Regulatoren zeitweise versagt haben, bzw. sie nicht in genügender Zahl vorhanden waren. Auf die Gründe des Versagens ist bei der Besprechung der verschiedenen Schädlinge immer wieder hingewiesen worden, so daß nicht mehr näher darauf eingegangen zu werden braucht. Es sei nur kurz nochmals erwähnt, daß das ständig vorhandene Parasitenheer eines Waldes um so zahlreicher und vielseitiger ist, je reicher und mannigfaltiger seine Insektenfauna ist. Und die Reichhaltigkeit des in die Lebensgemeinschaft eingepaßten Insektenbestandes hängt wiederum von der Reichhaltigkeit der den Wald zusammensetzenden Pflanzenwelt ab. Je ärmer diese ist, desto einförmiger der Insektenbestand und das damit zusammenhängende Parasitenheer. Tritt nun in solchen parasitenarmen Wäldern, durch besonders günstige (optimale) klimatische Verhältnisse bedingt, eines der nadel- oder blattfressenden Insekten in eine stärkere Vermehrung ein, so sind die vorhandenen regulatorischen Kräfte zu schwach, gleich von Anfang an dieser Wucherung erfolgreich entgegenzuarbeiten, so daß der Schädling immer mehr überhandnehmen kann (Näheres hierüber in Bd. III, S. 67).

Mit dem Ansteigen der Schädlingsvermehrung werden infolge der reichlicheren Brutgelegenheit auch die Vermehrungsbedingungen für Schlupfwespen günstiger. Und so werden diese nunmehr auch deutlicher in Erscheinung treten als in „ruhigen Zeiten“. Inwieweit sie dann den in Vermehrung eingetretenen Schädling einholen können, hängt von verschiedenen Umständen ab: in erster Linie von dem Ausgangszahlenverhältnis von Parasit und Wirt und sodann aber auch von den verschiedenen äußeren Einflüssen, die im vorigen Abschnitt („Gradation“) genannt sind. So begegnen wir auch bei den einzelnen Schädlingen und den einzelnen Kalamitäten den verschiedensten Abstufungen bezüglich der Beteiligung der Schlupfwespen an der Niederzwingung einer Schädlingsgradation. Nur verhältnismäßig selten — seltener als bei den Tachinen — finden wir eine annähernd 90—100-prozentige Parasitierung eines Forstschädlings durch Schlupfwespen (es kommt dies vor allem bei Eiparasiten vor); viel häufiger bleibt sie auf einem geringeren Grad stehen.

Wenn also auch in dieser Beziehung nach der Art des Schädlings, nach den Jahrgängen, nach dem Ort des Vorkommens usw. starke Verschiedenheiten herrschen können, so kommt trotzdem den Schlupfwespen unter den die Krisis verursachenden Faktoren häufig eine bedeutende Rolle zu [1]). Und so gehört auch die Feststellung des Schlupfwespenbestandes bei jeder Schädlingsgradation zu den notwendigen Grundlagen der Prognosestellung. In welcher Weise diese Feststellung vorgenommen werden kann, darüber wird unten noch einiges berichtet werden.

Bei der regulierenden Bedeutung der Schlupfwespen in der Physiologie des Waldes lag es nahe, diese Kräfte zu stärken und auszunutzen. Auf ver-

---

[1]) Über Ratzeburgs Meinung, daß die Schmarotzer nur kranke Raupen befallen und zur Beendigung einer Kalamität nur wenig beitragen können, s. oben S. 344.

schiedene Weise kann dies geschehen: durch Schonung der Parasiten bei technischen Bekämpfungsmaßnahmen, durch Schaffung einer möglichst reichen Flora (allgemeine Hebung des Parasitenstandes, Zwischenwirte!), durch künstliche Konzentrierung wirksamer Schlupfwespen durch Übertragung derselben (oder der parasitierten Wirte) aus parasitenreichen in parasitenarme Orte und durch systematische Züchtung und Einbürgerung. Alle diese Wege fallen unter den Begriff **biologische Bekämpfung** — ein umfangreiches und viel umstrittenes, aber auch hochinteressantes Gebiet der angewandten Entomologie. In der Forstentomologie hat Hartig (1827) zum erstenmal den Vorschlag gemacht, die Schlupfwespen durch geeignete Maßnahmen zu vermehren; ihm schlossen sich v. Bülow-Rieth, Ratzeburg (s. Bd. I dieses Werkes S. 334 ff.) u. a. an. Der letzte Versuch wurde von Eidmann (1934) und Wellenstein (1934) gemacht durch Aussetzen von *Trichogramma* gegen die Kieferneule. Wenn bis jetzt bei uns keine durchschlagenden Erfolge mit der künstlichen Vermehrung der Schlupfwespen gegen Forstschädlinge gemacht wurden[1]), so berechtigt dies nicht dazu, diesen Weg von vornherein als ungangbar zu bezeichnen. Wenn wir das große, sehr schwierige und komplizierte Gebiet in Betracht ziehen, so ist das, was wir in der Forstschädlingsbekämpfung bis jetzt versucht haben, kaum mehr als ein ganz schwaches Abtasten. Meiner Ansicht nach wird das Studium dieses Weges von der folgenden Generation der Forstentomologen mit größtem Ernst betrieben werden müssen, da ja nur dadurch, daß die Schädlinge und ihre Feinde in das richtige Verhältnis gebracht werden, unseren Wäldern wieder eine größere Widerstandsfähigkeit gegeben werden kann. Die Schaffung von Mischwäldern, die heute ja ein Hauptprogramm der Forstwirtschaft darstellt, liegt letzten Endes auf diesem Wege; hier hat der Forstentomologe und Waldbauer Hand in Hand zu arbeiten.

Wenn man eine Schlupfwespenart zum Kampf gegen einen Schädling heranziehen will, so genügt es nicht, diese einfach in möglichst großer Anzahl beizubringen. Es muß vielmehr zuerst deren Bionomie und Ökologie, ihre Abhängigkeit von äußeren Faktoren, der zeitliche Ablauf ihrer Entwicklung im Verhältnis zu dem des Schädlings usw. genauestens bekannt sein, bevor man einen Parasiten als wirksamen Mitkämpfer in Aussicht nehmen kann.

Vorbildlich arbeiten in dieser Beziehung die Amerikaner, die durch Zufuhr von Schlupfwespen und anderen Parasiten aus Eurasien den Schwammspinner, Goldafter und andere aus Europa eingeschleppten Schädlinge zu bekämpfen suchen, und teilweise schon gute Erfolge damit erzielt haben.

Doch auch bei uns hat man in landwirtschaftlicher Beziehung schon manches erzielt, so Voelkel (1925) mit *Trichogramma* gegen *Pieris* und *Mamestra* und Hase mit *Habrobracon* gegen die Mehlmotte, also mit einheimischen Schlupfwespenarten gegen einheimische Schädlinge. Der größte Erfolg in Deutschland wurde mit einer importierten Schlupfwespe, *Aphelinus mali* Hald. gegen die Blutlaus erzielt. Konnte doch in der Pfalz eine Verminderung dieses gefährlichen Obstschädlings

---

[1]) Warum die Aussetzung von *Trichogramma* gegen die Eule versagt hat, ja versagen mußte, ist von Wellenstein (1934) ausführlich begründet.

durch Parasitierung bis zu 90 oder 100 % erzielt werden (Sprengel 1928, Stellwaag 1929). In anderen Gegenden Deutschlands dagegen war der Erfolg damit weit geringer oder blieb ganz aus — ein Zeichen dafür, welchen Einfluß die äußeren, vor allem die klimatischen Verhältnisse auf das Gelingen einer Bekämpfung mit Schlupfwespen haben können [1]. Wer sich eingehender mit der biologischen Bekämpfung, ihren Methoden und ihren Aussichten beschäftigen will, sei auf die Schriften von Escherich (1913), Stellwaag (1926 u. 1929), Hase (1924 u. 1925), Speyer (1937), Schedl (1936) und vor allem von Sachtleben (1939) verwiesen; dort findet man auch Angaben über die überaus umfangreiche ausländische Literatur; siehe auch Bd. I, S. 327—344.

Feststellung des Schlupfwespenbefalls

Für die Feststellung des Parasitenbefalls hat Scheidter (1919) Anleitungen für die Praxis gegeben, aus denen hier einiges angeführt werden soll:

„Für das Sammeln der für die Untersuchung bestimmten Wirtstiere ist folgendes zu beachten: Die Zahl der zu untersuchenden Raupen und Puppen soll nicht zu klein sein, je mehr Wirte auf Parasiten untersucht werden, desto zuverlässiger ist das gewonnene Ergebnis. Selbstverständlich lassen sich keine Zahlen angeben, wieviel Wirtstiere je Hektar untersucht werden sollen. Dies hängt in erster Linie ab von der Zeit, die dem Untersuchenden zur Verfügung steht, ferner von dem Umfang und der Ausdehnung sowie der Dauer des Fraßes. Zu Beginn einer Massenvermehrung, wenn es sich zunächst nur darum handelt, festzustellen, ob überhaupt schon Parasiten vorhanden sind, genügt eine geringere Zahl von Wirtstieren für die Untersuchung. Mit fortschreitender Vermehrung ist dann die Zahl der zu untersuchenden Wirtstiere zu steigern und wenn es sich schließlich gegen Ende einer Vermehrung darum handelt festzustellen, ob auf Grund des Ergebnisses der Untersuchung für das folgende Jahr noch Bekämpfungsmaßnahmen auszuführen sind oder nicht, muß sie an möglichst zahlreichen Tieren ausgeführt werden. Ist das Fraßgebiet zusammenhängend und erstreckt es sich über mehrere ziemlich gleichartige und gleichalterige Abteilungen, so ist es nicht unbedingt erforderlich, daß die Untersuchung der Wirtstiere getrennt nach Abteilungen oder Unterabteilungen vorgenommen wird. Sind aber die einzelnen von dem Schädling besetzten Abteilungen verschieden nach Alter, Holzartenmischung, Bodendecke, Unterwuchs, Exposition usw., so ist eine getrennte Untersuchung aus verschiedenen Gründen empfehlenswert. Man sammelt sich also in diesen verschiedenartigen Beständen je eine bestimmte Anzahl von Wirtstieren, die man in mitgebrachte Papiersäcke oder mit Luftlöchern versehene Schachteln gesondert unterbringt und auf die man außen die Nummern der Abteilungen, Unterabteilungen usw., aus denen sie stammen, schreibt. Befinden sich innerhalb eines größeren Waldgebietes mehrere weiter auseinanderliegende Fraßherde, so ist eine getrennte Untersuchung unerläßlich, schon aus dem Grunde, weil es nicht ausgeschlossen ist, daß in dem einen Fraßherd sich die Parasiten bereits stärker vermehrt haben als in dem weiter entfernten und dann die Möglichkeit gegeben ist, aus ersterem Parasiten in den weniger stark parasitierten zu übertragen, um dadurch eine raschere Ausbreitung der Parasiten zu erzielen.“

„Die für die Untersuchung bestimmten Wirtstiere sollen innerhalb einer Abteilung nicht alle auf einer Stelle eingesammelt werden, sondern man soll sie an verschiedenen Stellen möglichst verteilt sammeln lassen. Auch soll beim Einsammeln keine Auswahl getroffen werden, indem man z. B. nur größere oder nur kleinere Tiere sammelt, oder solche, die in der Farbe voneinander abweichen oder solche, die mehr oberflächlich in der Bodendecke liegen usw. Man muß, wenn man zuverlässige, brauch-

[1] Wenn bis jetzt die besten Erfolge mit Parasiten auf den Hawai-Inseln erzielt wurden, die geradezu als das klassische Land der biologischen Bekämpfung bezeichnet werden können, so ist dies auf das außerordentlich günstige Klima (nur ganz geringe Klimaschwankungen — tiefste Monatsdurchschnittstemperatur 21,5°, höchste 24,4°) zurückzuführen.

bare Ergebnisse erhalten will, sämtliche Tiere, wie sie einem unter die Finger kommen, ohne jede Auswahl sammeln. Beim Einsammeln sollen Raupen und Puppen möglichst schonend behandelt werden, so daß möglichst unverletzte Tiere zur Untersuchung gelangen."

Die im Walde gesammelten Raupen und Puppen sollen in der Regel möglichst bald untersucht werden. In manchen Fällen allerdings ist es ratsam, die Puppen erst noch einige Zeit im geheizten Raum stehen zu lassen, wie z. B. bei den Puppen des Kiefernspanners, die bereits im Herbst gesammelt werden, da bei diesen die Parasiten noch so klein sind, daß sie leicht übersehen werden können. Hier ist es dann vorteilhaft, die Puppen erst nach etwa 3 Wochen zu untersuchen, da dann die Parasitenlarven so groß geworden sind, daß sie leicht auffallen.

Für die Praxis ist es wichtig zu wissen, welche Stadien des betreffenden Schädlings von den wirtschaftlich bedeutungsvollen Parasiten befallen sind, da es vor allem darauf ankommt, diese Entwicklungsstadien zu untersuchen.

Die äußeren Merkmale des Schlupfwespenbefalls sind bei Raupen und Larven gewöhnlich — vor allem, wo es sich um Entoparasiten handelt — so geringfügig, daß sie schwer zu entdecken sind, bei Puppen dagegen unschwer zu erkennen[1]). Allerdings sind auch die parasitierten Puppen, so lange die darin befindlichen Schlupfwespenlarven noch klein sind, von gesunden kaum wegzukennen. „Sehr bald aber tritt eine Änderung ein, da das Wachstum der Ichneumonidenlarve sehr rasch vor sich geht. Die Puppen verlieren dann sehr bald die Beweglichkeit des Abdomens. Anfangs bemerkt man noch ein geringes, langsames Hin- und Herbewegen der Abdomenspitze, bald aber hört auch dieses auf. Ist die Ichneumonidenlarve noch nicht gänzlich ausgewachsen bzw. hat sie noch nicht den ganzen Inhalt der Puppe aufgezehrt, so ist das Abdomen noch weich und kann mit den Fingern wie bei den tachinösen Puppen hin- und herbewegt werden. Ist der Inhalt ganz oder nahezu ganz aufgezehrt, so erhärten die dünneren Intersegmentalhäute des Hinterleibes der Puppe, so daß das Abdomen nicht mehr mit den Fingern hin- und herbewegt werden kann. Wendet man Gewalt an, so bricht das Abdomen der Puppe ab und die weiße Ichneumonidenlarve kommt zum Vorschein. Ein wichtiges Kennzeichen gegenüber gesunden Puppen besteht aber noch darin, daß die Intersegmentalhäute des Abdomens sehr ausgespannt sind und infolgedessen das Abdomen viel länger und gestreckter erscheint als bei tachinösen und gesunden Puppen. In vielen Fällen ist auch die Färbung der Puppe gegenüber gesunden Puppen abweichend. Gesunde Eulenpuppen z. B. sind tief schwarzbraun bzw. fast schwarz, ichneumonierte hingegen sind dunkelbraun, erreichen aber nicht das tiefe Schwarzbraun der gesunden Puppen. Ichneumonierte Puppen des Kiefernspanners sind ebenfalls braun, gesunde hingegen grün. Außer diesen Merkmalen tritt aber bei zahlreichen Arten noch ein weiteres Kennzeichen der Ichneumonierung auf, wenn die Ichneumonidenlarve in der Puppe vollständig ausgewachsen ist bzw. sich bereits zur Puppe verwandelt hat. Hält man solche ichneumonierte Puppen gegen das Licht, so ist das Kopf- und auch meist das Schwanzende der Puppe durchscheinend (s. Bd. III, S. 552, Abb. 448). Dies rührt davon her, daß die erwachsene Ichneumonidenlarve bzw. die Puppe nicht mehr den ganzen Innenraum der Wirtspuppe ausfüllt, da bekanntlich alle Insekten als erwachsene Larven kurz vor der Verpuppung infolge der Abgabe des gesamten Darminhaltes sich wesentlich verkürzen gegenüber der noch fressenden und nahezu ausgewachsenen Larve."

Wo äußere Merkmale keinen Aufschluß geben, hat eine Innenuntersuchung stattzufinden. Bei Raupen geschieht diese am schnellsten auf folgende Weise: Die Raupe wird auf eine Glasplatte gelegt, mit dem Messer deren Kopf abgeschnitten und dann der Leibesinhalt mit dem Messerrücken vom Hinterende beginnend nach vorn ausgedrückt; die leere Raupenhaut nebst ausgedrücktem Inhalt bleibt zunächst unberührt liegen. Nun folgt die 2. Raupe, die neben der ersten und die dritte, die neben der zweiten ausgedrückt wird, usw. Zwischen den einzelnen Raupen muß so viel Zwischenraum bleiben, daß die Inhalte der Raupen nicht zusammenfließen. Wenn die Glasplatte voll ist, beginnt die Untersuchung des Inhalts der einzelnen Raupen; sind die Parasiten nicht ohne weiteres zu sehen, so ist der ausgedrückte Inhalt mit der Messerspitze auseinanderzuteilen. Das Resultat ist genau zu notieren, auch der Tag, an dem die Raupen im Walde gesammelt sind.

---

[1]) Bei parasitierten Eiern gibt mitunter die Verfärbung einen sicheren Aufschluß (*Trichogramma* s. oben S. 34 und 35, Abb. 29).

Handelt es sich um Puppen, so ist die Untersuchung noch leichter; sie können einfach in der Mitte auseinandergebrochen werden; oder aber man schneidet mit der Schere das Kopfende auf und drückt ihren Inhalt auf eine Glasplatte wie bei den Raupen.

Über die Kennzeichen der von den Parasiten verlassenen Wirtstiere finden sich oben S. 333, ferner in Bd. I, S. 248 und an vielen anderen Stellen dieses Werkes Angaben.

B. Phytophage Schlupfwespen

Wie oben erwähnt, ist nur ein verschwindend kleiner Teil der Schlupfwespen zur phytophagen Lebensweise übergegangen [1]). Sämtliche phytophagen Formen gehören der Familie der Chalcididen (E r z w e s p e n) an, und zwar hauptsächlich (für unser Faunengebiet ausschließlich) den Unterfamilien T o r y m i n a e und E u r y t o m i n a e (s. S. 282). Bei den ersten sind es hauptsächlich die Gattungen M e g a s t i g m u s D a l m. und S y n t o m a s p i s F ö r s t., bei den letzteren I s o s o m a W a l k. (*Harmolita*), E u r y t o m a I l l. und B r u c h o p h a g u s A s h m., die phytophage Arten enthalten.

Zwischen den rein zoophagen und rein phytophagen Arten stehen einige Z w i s c h e n f o r m e n, die während ihrer individuellen Entwicklung die Ernährungsweise ändern, indem sie von der zoophagen zur phytophagen Lebensweise übergehen. Es sind bis jetzt nur wenige Fälle einer solchen „gemischten" Ernährungsweise bekannt.

Es sei hier vor allem auf den von P u z a n o w a - M a l y s h e w a (1936) beschriebenen Fall kurz eingegangen: Die Torymine *Syntomaspis eurytomae* Puz. legt

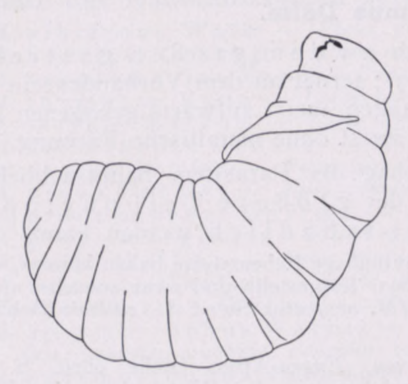


Abb. 356. Larve von *Eurytoma amygdali* mit einem Ei von *Syntomaspis eurytomae*. Nach Puzanowa-Malyshewa

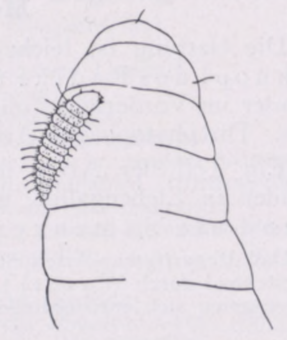


Abb. 357. Soeben ausgeschlüpfte Larve (Planidium) von *Syntomaspis eurytomae* auf der erwachsenen Larve von *Eurytoma*. Nach Puzanowa-Malyshewa

ihr Ei in den Kern einer großen, aber noch unreifen Frucht (Pflaume), in deren Inneren sich die beinahe schon erwachsene phytophag lebende Larve von *Eurytoma amygdali* Enderl. befindet. Das Ei wird auf den Körper des Opfers abgelegt,

[1]) Die Kenntnisse über die phytophagen Chalcididen sind seit dem Erscheinen von N i t s c h e s Insektenwerk sehr stark erweitert worden. Bei der Bearbeitung dieses Abschnittes ergab sich, daß bezüglich der Deutung der einzelnen Arten noch manche Unklarheiten bestehen. Ich habe mich bemüht, diese Unklarheiten möglichst zu beseitigen und es ist mir dies auch, dank des freundlichen Entgegenkommens der Kollegen E. B. H o f f m e y e r - Kopenhagen, M a i d l - Wien, M. T h o m s e n - Kopenhagen und M. W o l f f - Eberswalde, die über die Typen verfügen, gelungen, vor allem bezüglich des am meisten umstrittenen *Megastigmus strobilobius* Ratz.

welches vorher allem Anschein nach gelähmt wurde (Abb. 356). Die ausgeschlüpfte, mit Borstenreihen besetzte Larve (Planidium-Form) ist sehr beweglich und saugt sich bald (die Mundteile haben die Gestalt eines Saugnapfes) an der *Eurytoma*-Larve fest (Abb. 357); bei Störung läuft sie rasch fort (mit spannerartigen Bewegungen), um sich an einer anderen Stelle festzuhalten. Nach der ersten Häutung bekommt die Larve ein ganz anderes Aussehen (die Borsten fehlen jetzt usw.). Wenn die Wirtslarve restlos ausgefressen ist, geht die *Syntomaspis*-Larve zur phytophagen Lebensweise über und frißt nun die von der *Eurytoma*-Larve übrig gebliebene Hälfte des Pflaumenkerns nebst einem Teil der Schale auf. Die erwachsene Larve überwintert im Kern, um sich Ende Mai zu verpuppen [1]).



Abb. 358. Erwachsene Larve von *Syntomaspis eurytomae* im Pflaumenkern. Nach Puzanowa-Malyshewa

Das hier angeführte Beispiel ist geeignet uns den Weg zu zeigen, auf dem sich die reine Phytophagie herausgebildet hat, wie sie bei einer anderen Syntomaspis-Art, *S. druparum* Boh., die in Apfelsamen lebt [2]), und verschiedenen anderen der oben genannten Gattungen vorkommt. Von ihnen interessiert uns vor allem die ebenfalls zu den Toryminen gehörende Gattung Megastigmus Dalm., da eine Reihe von deren Arten als Zerstörer von Nadelholzsamen forstlich schädlich sind [3]).

Megastigmus Dalm.

Die Gattung ist leicht kenntlich an dem großen gestielten Endknopf des Radius (Abb. 359); ferner an dem Vorhandensein einer Basalader im Vorderflügel und dem langen, meist aufwärts gebogenen Legebohrer. Die phytophagen Arten sind meist ohne metallische Färbung.

Ein Teil der Arten lebt zoophag als Parasiten, hauptsächlich bei Cynipiden in Eichengallen, während der größere Teil phytophag ist und als Samenzerstörer schädlich werden kann.

Daß *Megastigmus*-Arten eine rein phytophage Lebensweise haben können, wurde zum erstenmal durch Wachtl (1884 u. 1893) festgestellt, und zwar zunächst an zwei in Rosensamen sich entwickelnden Arten (*M. aculeatus* Swed. [= *collaris* Boh.] und

---

[1]) Auch einige in Blattwespen-Larven, *Euura*-Arten (siehe oben, S. 197), schmarotzende *Eurytoma*-Arten gehen, nachdem sie die Wirtslarven ausgefressen, zur Pflanzenkost über und fressen das Mark oder das verdickte Rindengewebe der befallenen Weidenruten.

[2]) In Ungarn zum Teil sehr schädlich. Die Art kommt auch in *Sorbus*- und *Crataegus*-Arten vor; in Weißdornfrüchten, selbst in solchen lebend, die durch den Darmkanal einer Amsel gegangen waren (Reh 1932, S. 385).

[3]) Von den phytophagen Eurytominen erzeugen die Isosoma- (*Harmolita*-) Arten Gallen an Gräsern, in Europa vornehmlich an Wild- und Wiesengräsern, daher kaum je ernstlich schadend, in Amerika jedoch (und neuerdings auch in Rußland) zum Teil an Getreide als Schädlinge ersten Ranges („jointworm"). Eine südamerikanische Art, *Isosoma orchidearum* West. (Orchideen-Wespe) tritt hier und da (eingeschleppt) in europäischen Warmhäusern als Schädling von Orchideen (*Cattleya*) auf. Verschiedene *Eurytoma*-Arten leben (in Rußland) als Larven in den Kernen von Mandeln, Zwetschgen, Pflaumen, Aprikosen usw. (*Eurytoma amygdali* End. s. oben), dieselben zerstörend. Einige *Bruchophagus*-Arten entwickeln sich in den Samen von *Trifolium* (besonders schädlich in Nordamerika). (Siehe Reh 1932 und Escherich 1913, S. 32).

pictus Först.) und sodann an dem in der Douglasie lebenden *M spermotrophus* Wachtl.[1]).

Dann hat Nitsche (1895) gefunden, daß die zuerst von Boas in Kopenhagen in Weißtannensamen aufgefundenen Schlupfwespenlarven nicht Parasiten von anderen in diesen Samen lebenden Insektenlarven sind, sondern daß sie vielmehr als Pflanzenfresser einfach den stark öligen Inhalt der Samen verzehren; er hat damit die Wachtlsche Entdeckung bestätigt.

Nitsche bezog die von ihm gezogene Art auf *Megastigmus strobilobius* Ratz., welche Ratzeburg aus Fichtenzapfen erhalten hatte, aber fälschlich als Parasit des Zapfenwicklers *Laspeyresia strobilella* L. (s. Bd. III, S. 374) ansah. Nitsche stellte ferner bereits in den Samen der kalifornischen *Abies amabilis* Dougl. die Larven einer großen, sehr bunt gezeichneten *Megastigmus*-Art fest, die „einen gar nicht unbedeutenden Schaden anrichten, da mitunter ein großer Teil des Saatgutes von ihnen vernichtet wird".

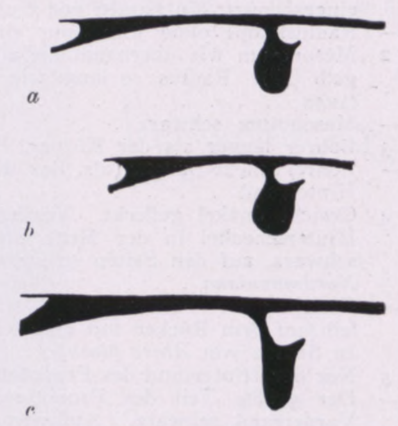


Abb. 359. Radius mit Radiusknopf von: a und b *Meg. strobilobius* Ratz. ♀ u. ♂; c *Meg. suspectus* Borries ♀

In der Folgezeit sind dann eine ganze Reihe von weiteren Nadelholzsamen zerstörenden *Megastigmus*-Arten bekannt geworden, wie aus der folgenden Liste hervorgeht, in der auch (wegen der Einschleppungsmöglichkeiten) die nordamerikanischen und japanischen Arten aufgenommen sind.

Liste der Nadelholzsamen zerstörenden Megastigmus-Arten[2])

M. albifrons Walk. — *Pinus ponderosa* (Nordamerika)
M. borriesi Crosby — *Abies mariesi* (Japan)
M. cryptomeriae Yano — *Cryptomeria japonica* (Japan)
M. inamurae Yano — *Larix leptolepis* (Japan)
M. laricis Marcov. — *Larix laricina* (Nordamerika)
M. lasiocarpae Crosby — *Abies lasiocarpa* (Nordamerika)
M. piceae Rohwer — *Picea Engelmanni, sitchensis* u. *pungens* (Nordamerika)
M. pinus Parfitt — *Abies concolor, grandis, magnifica* (Nordamerika)
M. pinus crosbyi Hoffmr. — *Abies concolor* (Nordamerika)
M. pinus marginatus Hoffmr. — *Abies grandis* (Nordamerika)
M. rafni Hoffmr. — *Abies concolor* (Nordamerika)
M. seitneri Hoffmr. — *Larix europaea*
M. specularius Walley — *Abies balsamea* (Kanada)
M. spermotrophus Wachtl — *Pseudotsuga Douglasii* Carr., *Abies magnifica, grandis, amabilis, concolor* und *shatensis* (Nordamerika)
M. spermotrophus canadensis Hoffmr. — *Tsuga canadensis, Abies amabilis*
M. strobilobius Ratz. (= *M. abietis* Seitn.) — *Picea excelsa*
M. suspectus Borries (= *M. piceae* Seitn.) — *Abies pectinata* u. *Nordmanniana*
M. suspectus var. pinsapinis Hoffmr. — *Abies pinsapo*
M. thuyopsis Yano — *Thuyopsis dolabrata* (Japan)
M. tsugae Crosby — *Tsuga mertensiana hookeriana* (Nordamerika)
M. wachtli Seitner — *Cupressus sempervirens* (Istrien, Dalmatien)

[1]) Die Entdeckung war damals so überraschend, daß deren Richtigkeit zuerst bezweifelt wurde und man annahm, daß die von Wachtl gezogenen *Megastigmus* als Parasiten von anderen in Rosensamen lebenden phytophagen Arten lebten (Howard 1892, S. 586). Siehe auch Riley (1893).

[2]) Die übrigen phytophagen *Megastigmus* leben in Rosensamen *(M. aculeatus* Swed., *pictus* Först., *nigrovariegatus* Ashm.), in Sorbus (*M. brevicaudis* Ratz.), in Pistacia *(M. pistaciae* Walk), in Eucalyptus *(M. ballestrerii* Rond.) (siehe Reh 1932, Seitner 1916, Crosby 1907).

Bestimmungstabelle der hier behandelten Megastigmus-Arten [1])

1 Radiusknopf mit feiner, aber deutlich kenntlicher Umwölkung (Abb. 366). Mesonotum und Scutellum strohgelb, der übrige Thorax schmutziggelb. Fühler schlank, die Geißelglieder 2—7 zweimal so lang als dick, in der Mitte schwach eingeschnürt. In Samen von *Cypressus sempervirens* . . M. wachtli Seitn.

— Radiusknopf ohne jede Spur einer Umwölkung 2

2 Mesonotum wie überhaupt die allgemeine Färbung gelbbraun (♀) oder zitronengelb (♂). Radius so lang wie der Knopf. In Samen von *Abies* und *Pseudotsuga* . . . . M. spermotrophus Wachtl.

— Mesonotum schwarz 3

3 Bohrer länger als der Körper, Pronotum schwarz 4

— Bohrer nicht länger als der Körper, Pronotum zum mindesten mit gelbem Hinterrand 5

4 Gesicht dunkel gefleckt. Vorder- und Mittelhüften schwarz mit gelber Spitze. Hinterschenkel in der Mitte breit braunschwarz. Hinterleib auf dem Rücken schwarz, auf den Seiten schwarz und gelb. In Samen von *Abies pectinata* und *Nordmanniana* . . . . M. suspectus Borries (= *piceae* Seitn.)

— Gesicht gelb. Vorder- und Mittelhüften, sowie Hinterschenkel ganz gelb. Hinterleib auf dem Rücken mit einem breiten, ununterbrochenen schwarzen Längsband. In Samen von *Abies pinsapo* . M. suspectus var. pinsapinis Hffmr.

5 Nur der Hinterrand des Pronotums gelb 6

— Der größte Teil des Pronotums grünlich-gelb, nur die Seitenränder und der Vorderrand schwarz. Außerdem die hintere Hälfte des Mesonotums und der ganze Skutellarabschnitt braungelb. In Samen von *Abies grandis*.
M. pinus var. crosbyi Hffmr.

6 Pronotum mit schmalem gelben Hinterrand, ebenso die Augen schmal gelb umrandet. Hinterränder der Hinterleibssegmente undeutlich hell gezeichnet. Radius kurz und dick, etwa 1/3 so lang als der Radiusknopf (Abb. 359 a u. b). In den Samen von *Picea excelsa* . . . M. strobilobius Ratz. (= *abietis* Seitn.)

— Pronotum mit breitem gelben Hinterrand, ebenso die Augen breit gelb umrandet. Hinterleib mit unregelmäßig hellgezeichneten Segmenträndern und -seiten. Radius lang und dünn, etwa 3/4 so lang als der Radiusknopf (Abb. 365 B). In Samen von *Larix europaea* . . . . M. seitneri Hffmr.

Die für uns wichtigsten, in unserem Faunengebiet aufgetretenen Arten sind folgende:

In Fichtensamen

(*Picea excelsa* Link)

Megastigmus strobilobius Ratz. (= *M. abietis* Seitner) [2])

Meso- und Metanotum tiefschwarz, das größtenteils ebenfalls schwarze Pronotum am Grunde mit einer trübgelblichen, schmalen Querbinde, Skutellarabschnitt

---

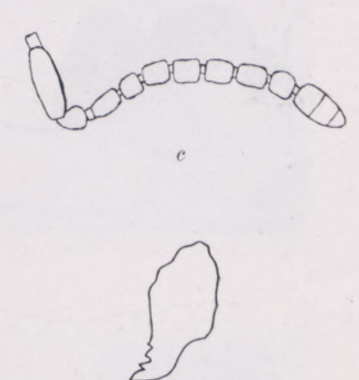
[1]) Unter Benutzung der Tabelle von Hoffmeyer.

[2]) M. strobilobius Ratz. ist in der Literatur recht verschieden gedeutet worden. Nachdem ich durch Herrn Professor M. Wolff in freundlicher Weise die Ratzeburgsche Type zum Studium erhalten hatte und mir andererseits vom Wiener Museum (durch Vermittlung von Hofrat Sedlaczek und Herrn Dr. Maidl) Seitnersche Exemplare der *M. abietis* Seitn. zur Verfügung standen, konnte ich die Identität der beiden Arten unschwer feststellen. Die von Seitner, der die Ratzeburgsche Type nicht kannte, angegebenen Unterschiede existieren in Wirklichkeit nicht; sowohl die Form des Hinterleibes (stark komprimiert mit scharfen oberen und unteren Kanten) ist bei den Seitnerschen Stücken völlig die gleiche wie bei der *strobilobius*-Type. — Mayr („Die europäischen Torymiden"; in: Verhdl. zool.-botan. Ges. Wien 1874, Bd. *24*, S. 138) stellt *strobilobius* fraglich als Synonym zu *Meg. pictus* Först.; ihm schließt sich Dalla Torre in seinem Hymenopteren-Katalog an. Wachtl (1884 b) dagegen, der *strobilobius* gleichwie Ratzeburg aus Fichtensamen gezogen hat, erklärt, daß diese Art mit *pictus* Först. gar nichts zu tun hat und die meisten späteren Autoren sind der gleichen Meinung. Ich bilde hier die Förstersche Type (aus der Münchener Staatssammlung) ab;

glatt glänzend. Alle Schenkel hellbraun. Radiusknopf (beim ♀) höchstens 1½mal so lang als breit. Bohrer höchstens so lang als der Körper (Abb. 360 a). Geißelglieder der Fühler nur wenig länger als breit (Abb. 360 c). Körperlänge des ♀ 4 mm, des ♂ 3¾—4 mm.

Larve schmutzigweiß, 2,2—2,5 mm lang. Mandibeln vierzähnig (Abb. 360 d).





a *b* *d*

Abb. 360. *Megastigmus strobilobius* Ratz. (= *abietis* Seitner.) Die Ratzeburgsche Type (aus der Eberswalder Sammlung.) a von der Seite, b von oben (Original), c Fühler (nach Seitner), d linke Mandibel der Larve (nach Seitner)

In Tannensamen

(Abies pectinata, Nordmanniana, pinsapo, grandis)

Megastigmus suspectus Borries. (= *M. piceae* Seitn.)

Pronotum, Meso- und Metanotum ganz schwarz. Skutellarabschnitt fein längsgerunzelt. Radiusknopf lang, 2mal so lang als breit mit annähernd parallelen Seiten. Bohrer etwas länger als der Körper. Geißelglieder der Fühler viel länger als breit. Körperlänge des ♀ 5 mm (Abb. 362 a—d).

Die rund 4,5 mm lange Larve unterscheidet sich von der *abietis*-Larve durch stärkere und fünfzähnige Mandibeln (Abb. 362 e).

Nach Borries trat diese Art im Jahre 1887 massenhaft in den Samen von *Abies pectinata* auf der Insel Bornholm auf; auch in Dänemark ist sie verschiedentlich aus Weißtannensamen gezogen worden, ebenso aus Samen von *A. Nordmannia*. Von Seitner aus Tannensamen aus Krain gezogen. Nach Schimitschek (1935) wurde *suspectus* in den Jahren 1927, 1928, und 1931 sehr häufig aus

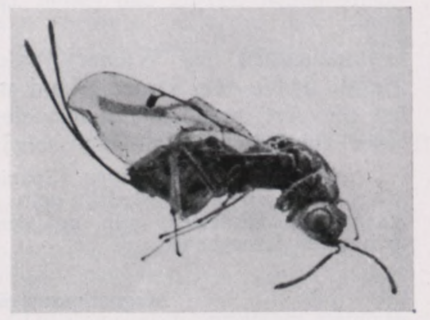


Abb. 361. *Megastigmus pictus* Först. Type der Münchener Staatssammlung. Man beachte den im Verhältnis zu *strobilobius* viel kürzeren Bohrer

das Bild zeigt deutlich den wesentlich kürzeren Bohrer, der nicht viel länger als der Hinterleib ist. Außerdem weicht auch die Färbung von *pictus* (gelbe Zeichnung des Thorax, gelbgerandetes Hinterleibssegment) von der von *strobilobius* deutlich ab. *Meg. pictus* ist bis jetzt nur aus Rosensamen gezogen.

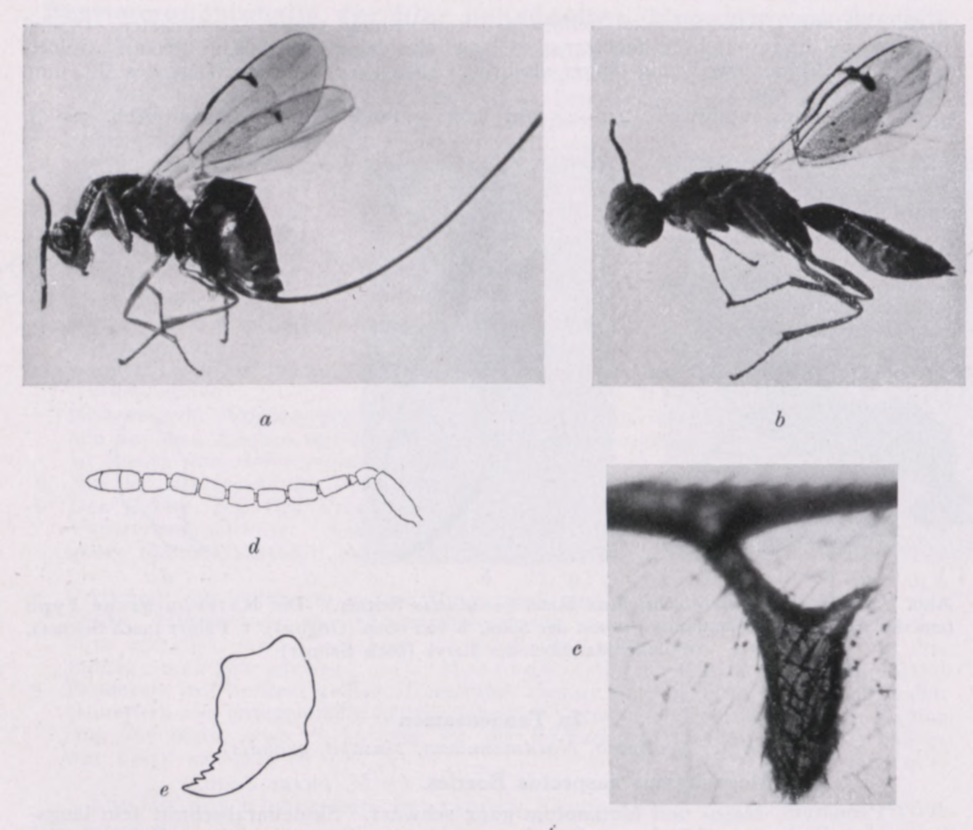


Abb. 362. *Megastigmus suspectus* Borries (= *piceae* Seitn.). a Weibchen (langer Legebohrer); b Männchen; c Radiusknopf (70/1); d Fühler (nach Seitner); e linke Mandibel der Larve (nach Seitner)

Tannensamen des Wiener Waldes erhalten. Im Jahre 1928 betrug der Befall 63 % der Samen. Und nach K o z i k o w s k i u. K u n t z e (1936) ist die Art auch in Polen vielerorts festgestellt worden. Generation ein- oder zweijährig. Die ♂♂ scheinen sehr selten zu sein.

Ein aus *Abies pinsapo* (Spanien) gezogenes ♀ beschreibt H o f f m e y e r als v a r. p i n s a p i n i s : Gesicht gelb, Vorder- und Mittelhüften sowie Hinterschenkel ganz gelb. Hinterleib gelb, auf dem Rücken mit einem breiten ununterbrochenen schwarzen Längsband.

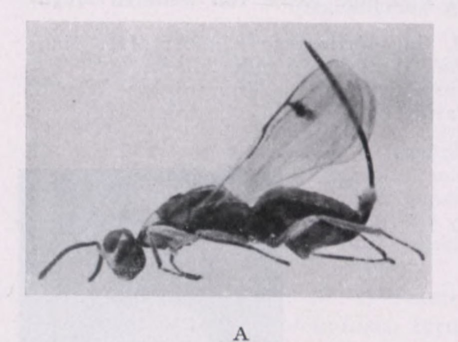
Megastigmus pinus var. crosbyi Hffmr. [1])

Als die Hauptmerkmale, durch die die v a r. c r o s b y i sich von der Stammform p i n u s P a r f i t t unterscheidet, sind zu nennen: die g r ü n l i c h - g e l b e F ä r b u n g des Pronotums beschränkt sich nicht nur auf ein breites Band am Hinterrand, sondern e r s t r e c k t s i c h f a s t ü b e r d a s g a n z e P r o n o t u m, nur die Seitenränder und der Vorderrand sind schwarz. Außerdem besitzen die

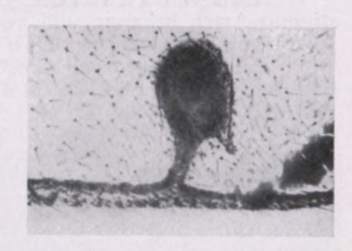
[1]) Nachträglich ist mir die Arbeit von O u d e m a n s, „Nederlandsche *Megastigmus-Soorten*“ (1933), in die Hände gekommen, in der über das Vorkommen auch der Stammform von *Meg. pinus* Parf. in Holland im Samen von *Abies grandis* berichtet wird.

gelben Hinterschenkel keinen braunen Flecken auf der Außenseite, sondern sind nur an der Basis etwas angedunkelt. Endlich ist die gelbe Augenumrandung breiter als bei *pinus*.

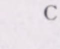
Die übrigen Merkmale stimmen mit *pinus* überein, vor allem die auffallende Färbung des Mesothorax: die vordere Hälfte desselben ist schwarz, die hintere Hälfte, ferner die Innenecken der Scapulae und der ganze Skutellarabschnitt sind orangegelb. Dadurch bekommt das Tier ein



A



B



C

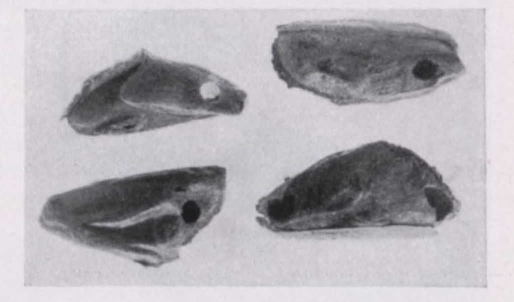


Abb. 363. *Megastigmus pinus var. crosbyi* Hffmr. A Weibchen (man sieht deutlich das hellgefärbte Pronotum), B Radius mit Radiusknopf (stark vergrößert), C Vier Samenkörner von *Abies grandis* mit Ausfluglöchern

auffallend buntes Aussehen[1]). Das Gesicht ist gelb mit einigen dunklen Flecken unterhalb der Fühlerinsertion. Über die Ocellarregion zieht ein schwarzes Querband, das beiderseits den gelben Augenrand unterbricht. Vorderhüften einfarbig zitronengelb, Mittelhüften nur vorn zitronengelb, hinten und an den Seiten braunschwarz. Hinterhüften ringsherum braunschwarz. Schenkel, Schienen und Tarsen gelb bis bräunlichgelb. Klauen schwarzbraun. Radius mittellang, Radiusknopf nicht ganz zweimal so lang als breit mit ziemlich langem Schnabel. Bohrer etwa so lang wie das Abdomen und der halbe Thorax. Die ersten drei Abdominalsegmente dorsal schwarzbraun, ventral gelb; die letzten Segmente dorsal und ventral gelb, nur an den Seiten dunkel. Erstes und zweites Fühlerglied unten gelb, oben schwarz, die Geißel bräunlich.

Länge des ♀ 4—5 mm.

Die hier beschriebene Form wird schon von Crosby (1913, S. 162) angeführt, und zwar als von Borries (Kopenhagen) ebenfalls aus den Samen von *Abies grandis* gezogen (1 ♀ und 1 ♂). Crosby spricht die Meinung aus, daß hier eine neue, von *pinus* spezifisch verschiedene Art vorliegt. Doch nach Hoffmeyer sind die Unterschiede nicht derart, daß diese Form als besondere Art von dem sehr variablen *pinus* abgetrennt werden kann. Die Hoffmeyerschen Exemplare stammen aus Samen von *Abies concolor* (Colorado und Washington); 26 ♀♀ wurden gefunden an den Fenstern der Samenhandlung von Rafn u. Sons (Kopenhagen).

Ich erhielt die schöne *Megastigmus*-Form von Herrn Prof. Dr. H. Prell-Tharandt. Derselbe hat sie aus Samen von Abies grandis gezogen, der von „einer norddeutschen Firma“ stammte. „Der Befall des

---

[1]) Vermutlich bezieht sich die von Nitsche aus dem Samen von *Abies amabilis* gezogene „große sehr bunt gezeichnete bisher wohl noch unbeschriebene Art“ auf *M. pinus crosbyi*.

Saatgutes war so stark, daß nur mit einem ganz verschwindend geringen Keimprozent des ausgesäten Samens gerechnet wird."

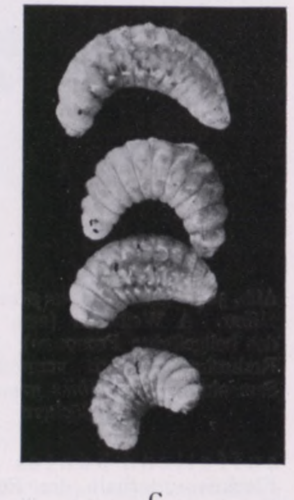
Aus dem Samen von *Abies grandis* sind sonst noch gezogen: Meg. pinus Parfitt (forma typica) und Meg. spermotrophus Wachtl (s. unten).

Auch von anderen Tannenarten sind eine Reihe von weiteren *Megastigmus*-Arten bekannt, und zwar von:

Abies concolor Lindl. et Gord. (incl. *lasiocarpa* Lindl.): *Meg. pinus* Parfitt, *lasiocarpae* Crosby, *spermotrophus* Wachtl und *rafni* Hffmr.
Abies magnifica Murr.: *Meg. pinus* Parfitt und *spermotrophus* Wachtl.
Abies nobilis Lindl.: *Meg. pinus* Parfitt



A



C



B



D

Abb. 364. *Megastigmus spermotrophus* Wachtl. A Weibchen. B Männchen, C Larven, D von der Wespe verlassener Douglasiensamen

Abies amabilis Forbes: *Meg. pinus* Parfitt und *spermotrophus* Wachtl.
Abies grandis Lindl. et Gord.: *Meg. pinus* Parfitt und *spermotrophus* Wachtl.

Abies balsamea Mill.: *Meg. specularius* Walley.
Abies Marriesi Mast. (Japan): *Meg. borriesi* Crosby
Tsuga Mertensiana Carr.: *Meg. tsugae* Crosby

In Douglasiensamen

(*Pseudotsuga Douglasii* Carr.)

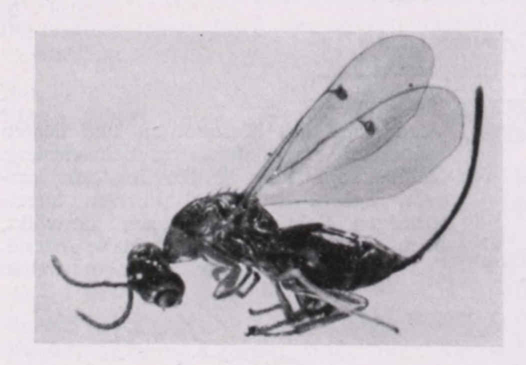
Megastigmus spermotrophus Wachtl

Die allgemeine Färbung ist (beim ♀) gelbbraun, beim ♂ zitronengelb. Pronotum mit einer mehr oder weniger breiten gelben Binde am Hinterrand oder nahezu ganz gelb (beim ♀) mit einem dunkelbraunen Fleck, der Mittellappen des Mesonotum gewöhnlich rotbraun, die Außenseite der Achseln gelb, der Skutellarabschnitt am Hinterrand nach vorn zu verwaschen gelb. Radiusknopf (♀) länger als breit, elliptisch, schwarz. Geißelglieder der Fühler länger als dick, die dreigliedrige Keule eiförmig zugespitzt und so lang als die beiden vorhergehenden zusammen. Bohrer so lang als der ganze Körper (Abb. 364 A). Hinterleib kompreß. Körperlänge des ♀ 3,25—3,5 mm, des ♂ 2,75—3 mm [1]).

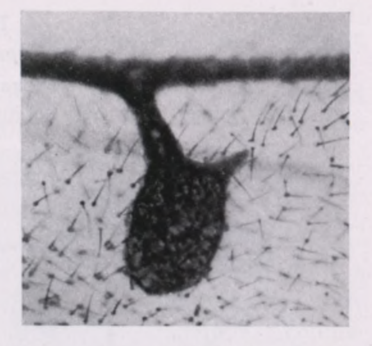
Larve gelblichweiß mit bräunlichen Mundgliedmaßen, 2,5—3,5 mm lang. Mandibeln mit 3 scharfen Zähnen.

Die Heimat von *M. spermotrophus* ist der Westen Nordamerikas, wo sie an *Pseudotsuga Douglasii*, ferner an *Abies magnifica, grandis, amabilis* und *concolor* vorkommt. In Europa eingeschleppt, verursacht er hier empfindlichen Schaden (s. unten).

Eine wesentlich kleinere Form (♀ 2,1—2,3 mm, mit kürzerem Ovipositor von der Länge des Abdomens + $^2/_5$ des Thorax) beschrieb Hoffmeyer (1930 b) als *M. spermotrophus canadensis* (aus den Samen von *Tsuga canadensis* und *Abies amabilis*).



A



B

Abb. 365. *Megastigmus seitneri* Hffmr. A Weibchen ($^{16}/_1$), B Radiusknopf ($^{70}/_1$)

In Lärchensamen

(*Larix europaea*)

Megastigmus seitneri Hffmr.

♀ schwarz mit hellen Zeichnungen. Kopf gelb, Stirn und Scheitel schwarz; die gelbe Farbe in der Nähe der schwarzen stark gelb, nahe dem Munde mehr honiggelb. Augenränder breit und Hinterkopf mit Ausnahme des oberen Teiles gelb. Spitze der Mandibeln fein schwarz gezeichnet. Augen rot, auf getrockneten Exemplaren rotbraun, Nebenaugen schwarz. Fühlerschaft und Wendeglied gelb mit schwarzer Hinterseite. Geißel schmutziggelbbraun.

---

[1]) Das ♂ dieser Species wurde von Parfitt als das ♂ von *Megastigmus pinus* beschrieben (Zoologist *15* [1857], S. 5731).

Prothorax mit einer breiten grüngelben, in der Mitte schmal unterbrochenen Binde am Hinterrande. Seiten und Unterseite gelb. Meso- und Metathorax tiefschwarz, Hinterrand der Parapsiden schwach hell. Seiten und Unterseite schwarz. Flügel wasserhell mit Adern und Radiusknopf braun, dieser $1^1/_2$mal länger als breit, der Schnabel mäßig lang mit fast parallelen Seiten; Stiel wenig kürzer als der Knopf. Vorderhüften honiggelb, Mittelhüften mehr dunkel und Hinterhüften tiefschwarz mit schmal abgesetzter gelber Spitze. Schienen und Füße gelb, Knie heller, Krallen schwarz. Hinterleib schwarz, der Hinterrand der zweiten und folgenden Segmente grüngelb. Alle Segmente haben an der Seite einen ausfließenden Fleck von derselben Farbe. Bohrerscheide schwarz, so lang wie Hinterleib mit $^2/_3$ des Thorax (Abb. 365).

Länge 2,50—3,14 mm, Bohrer 1,95—2,35 mm.

Von dem sehr ähnlichen *M. strobilobius* Ratz. leicht zu unterscheiden durch das heller gefärbte Gesicht und die hell gefärbten Hinterleibsränder und -seiten samt dem Bau des Radiusknopfes. Im ganzen ist die Farbe sowohl heller als auch mehr ausgebreitet wie bei *M. strobilobius.*

Aus Zapfen von *Larix europaea* (Dänemark) im Juli ausgekommen (Hoffmeyer).

Auch im Samen ausländischer Lärchen kommen einige *Megastigmus*-Arten vor; bei *Larix laricina* (Nordamerika): Meg. laricis Marcov. und bei *Larix leptolepis* (Japan): Meg. inamurae Yano. —

In Kiefernsamen

Bis jetzt kennen wir in unserem Faunengebiet keinen *Megastigmus*-Befall von Kiefernsamen. Dagegen ist aus dem Samen der nordamerikanischen Gelbkiefer, *Pinus ponderosa* (Yellow Pine), eine *Megastigmus*-Art *(M. albifrons* Walk.) gezogen worden.

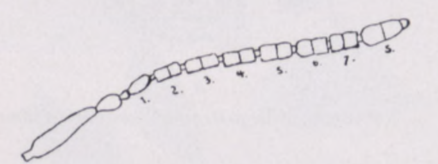
In Cypressensamen

(Cypressus sempervirens L.)

Megastigmus wachtli Seitner

Das ganze Tier hell schmutziggelb, Vorderrand des Mesonotums und dessen Seiten mit etwas dunklerer Schattierung. Radiusknopf beim ♀ länglich, mit kurzem dickem Stiel und kurzem kegelförmigen Schnabel, schwach umwölkt, beim ♂ groß, mehr rund beinahe sitzend. Die Geißelglieder zum Teil doppelt so lang als dick, die einzelnen Glieder in der Mitte schwach eingeschnürt. Bohrer länger als der Körper. Körperlänge 3—4 mm, Bohrerlänge 4—5 mm (Abb. 366).





A B

Abb. 366. *Megastigmus wachtli* Seitn. A Männchen (Radiusknopf schwach umwölkt), B Fühler (B nach Seitner)

Aus Samen von *Cupressus sempervirens* L. (Istrien, Dalmatien) gezogen. Das kreisrunde Schlupfloch klein.

Aus anderen Cupressaceen-Samen kennen wir nur noch von Thujopsis dolabrata Sieb. et Zucc.: *Meg. thuyopsis* Yano (Japan). Von den Taxodiaceen wird Cryptomeria japonica Don. von *Meg. cryptomeriae* Yano befallen.

Bionomie

Die Flugzeit der in Nadelholzsamen sich entwickelnden *Megastigmus* fällt in die Monate März bis August je nach der Art und der geographischen Lage bzw. den klimatischen Verhältnissen. Die ♂♂ erscheinen meist eher als die ♀♀. Die Eiablage findet in befruchtete Blüten oder junge Zapfen statt. Die Larve lebt vom Sameninhalt — in jedem Samen befindet sich fast stets nur 1 Larve —, den sie bis zum Herbst völlig verzehrt, während die innere häutige Samenschale, die bei flüchtigem Anblick einem dichten weißen in der äußeren harten Samenschale steckenden Gespinst täuschend ähnlich sieht, vollkommen unversehrt bleibt. In ihr überwintert die erwachsene Larve, sie restlos ausfüllend. Da die Larve ebenso weiß ist wie das Innere des Korns, so bemerkt man oft nicht sogleich ihre Anwesenheit, die aber dann durch die Bewegungen der Larve bald verraten wird. Vor der Verpuppung gibt die Larve ziemlich umfangreiche Exkremente von schmutziggrauer und braungrüner Farbe ab in Form von festen Kügelchen oder von wie aus gedrehten Schnüren bestehenden Häufchen.

Die Larve ist gewöhnlich weißlich, schmutzigweiß mit etwas durchschimmerndem Darmkanal, beinlos, aus 14 Segmenten bestehend, ventralwärts etwas eingekrümmt, mit 9 Stigmenpaaren am 3. bis 11. Segment. Das auffallendste Merkmal sind die hellbraunen scharfen, mit einer Reihe von Zähnen besetzten Oberkiefer; die Zahl der Zähne ist je nach den Arten verschieden.

Die Verpuppung erfolgt nach der Überwinterung im Frühjahr des folgenden oder übernächsten Jahres. Die Puppe ist eine Pupa libera. Der Bohrer des ♀ liegt nach oben und vorne gerichtet dem Hinterleib und Thorax flach an. Die Puppenruhe beträgt etwa 3 Wochen. Die fertige Wespe frißt sich durch ein kreisrundes Loch nach außen.

Die Entwicklungsdauer kann sehr verschieden sein, einjährig, zwei- und auch dreijährig, und zwar nicht nur bei den verschiedenen Arten, sondern auch bei ein- und derselben Art. Die Verlängerung der Generationsdauer beruht wohl meist auf einem Überliegen der erwachsenen Larve. Ob dieses Überliegen auf endogenen Faktoren beruht oder auf Anpassung an die Fruktifikationsperioden, oder aber durch klimatische Verhältnisse (Temperatur, Feuchtigkeit) bedingt ist, wissen wir nicht. Trockenheit scheint sich ungünstig auf die Entwicklung auszuwirken. „Trocken aufbewahrte Zapfen und Samen lieferten überhaupt keine Wespen; die Larven trockneten schon im Sommer des 2. Jahres ein" (Seitner 1916).

Das Verhältnis der beiden Geschlechter ist mehr oder weniger größeren Schwankungen unterworfen. Nach den Angaben in der Literatur scheint das weibliche Geschlecht zahlenmäßig zu überwiegen. Wachtl erhielt in seinen Zuchten von *M. spermotrophus* „vorwiegend Weibchen", Seitner von *M. strobilobius* 211 ♀♀ gegen 161 ♂♂ und von *M. piceae* bzw. *seitneri* überhaupt nur ♀♀. Das Fehlen der ♂♂ in diesem Fall läßt nach Seitner „vielleicht eine mit Gamogenie alternierende Parthenogenese vermuten (eine bei Cynipiden nicht selten vorkommende Erscheinung).

Die Lebensdauer der Wespen scheint keine allzu kurze zu sein; Seitner vermochte ♀♀ von *M. strobilobius* bei künstlicher Fütterung bis zu 59 Tagen und *M. seitneri* bis zu 52 Tagen am Leben zu erhalten.

Durch den Larvenfraß wird die Keimfähigkeit der befallenen Samen völlig zerstört. Die letzteren sind im allgemeinen äußerlich nicht von gesunden Samen zu unterscheiden. Holste (1922) konnte allerdings bisweilen auf der der Flughaut abgewandten Seite des schwärzlichen Fichtensamens (der aus einer Gebirgsgegend stammte) einen wechselnd großen rötlichen bis gelbbraunen Fleck beobachten, an dem er in dem betreffenden Material „mit Sicherheit die befallenen Samen erkennen konnte" *(M. strobilobius)*. Es scheint sich hier aber nicht um ein allgemein zutreffendes Merkmal zu handeln, da es weder von Seitner noch von anderen Autoren erwähnt wird.

Die forstliche Bedeutung der samenfressenden *Megastigmus*-Arten kann recht beträchtlich werden. Über die Stärke des Befalls der Samen liegen recht verschiedene Angaben vor, je nach den Örtlichkeiten und Jahren. So scheint z. B. in Jahren mit Spätfrösten der Befall einen besonders hohen Prozentsatz zu erreichen. Seitner stellte im Jahr 1911, in dem im Mai und Juni Spätfröste herrschten, in dem aus 37 Fichtenzapfen (aus Steiermark) ausgeklengten Samen etwa 50 % als von *Meg. strobilobius* befallen fest, während Holste (1922) aus oberbayerischen im Jahr 1919 gesammelten Material einen Befall von nur 3,8 % beobachtete. Aus einer größeren Sendung (von Idria 1916) enthielten drei willkürlich gewählte Tannenzapfen mit zusammen 721 Samenkörnern 12 % gesunde, 11 % von *Megastigmus suspectus* und 22 % von der Gallmücke *Reseliella piceae* (s. unten) befallene Samen; 55 % des Samens waren taub. Durch die samenzerstörende Tätigkeit beider Insekten erschien somit das Keimprozent von 45 auf 12 herabgedrückt (Seitner 1916).

Auch durch eingeschleppte Samenwespen können empfindliche Verluste verursacht werden, wie durch den aus Amerika mit dem Samen zu uns gebrachten *Megastigmus spermotrophus* an Douglasiensamen. Während Graf von Schwerin in einem Bericht über die Douglassaaten in den preußischen Forsten 1910 und 1912 den durchschnittlichen Befall der amerikanischen Handelsware auf 5 % angibt, beobachtete Busse (1924) an Samen von 15—30jährigen Musterbäumen der grünen Form 22 % Befall; die blaue Douglasie dagegen zeigte nur 4 % Befall. „Es ist nicht nur möglich", meint Busse, „sondern wahrscheinlich, daß die Douglasienwespe unter ihr besonders zusagenden Bedingungen die Douglasiensamenernte eines ganzen Jahres vernichtet". Auch in Schottland, Holland, Frankreich und anderen europäischen Ländern ist *Megastigmus spermotrophus* in verschiedenem Grade schädlich aufgetreten (MacDougall 1906, Laidlow 1931, Oudemans 1922, Vayssière 1931).

Zur Bekämpfung wird verschiedentlich empfohlen, die Samen im Winter 5—15 Minuten lang einer Temperatur von 51—54 °C auszusetzen, wodurch die Larven zum Absterben gebracht werden sollen (von anderer Seite wird ein Erfolg dieser Maßnahme bestritten); und sodann Behandlung der Samen mit Carbon-Bisulfit-Dämpfen. Busse schlägt vor, den Samen im Winter in mit Gaze überspannten Gläsern einer mäßigen Wärme auszusetzen; die sich hier entwickelnden Wespen können

getötet werden und der *Megastigmus*-freie Samen läßt sich dann noch rechtzeitig aussäen. Bei der feuchten Wärme im Keimkasten sollen nach Busse die Larven zugrunde gehen und so einschrumpfen, daß sie beim Aufschneiden nicht mehr leicht erkannt werden.

Angesichts der Einschleppungsgefahr von *Megastigmus* und anderen Samenschädlingen fordert v. Tubeuf (1930) strenge Kontrollmaßnahmen bei der Einfuhr von Samen, Zapfen usw. „Die größte Gefahr, ihnen (den Samenwespen) die Verbreitung zu ermöglichen, besteht bei der langen Aufbewahrung von Zapfen in den Klengen oder von Samen und Früchten in den Handlungen, falls sie offen aufbewahrt werden.“

Literatur über Schlupfwespen[1])

Andersen, K. Th., 1931, Der linierte Graurüßler oder Blattrandkäfer, *Sitona lineata* L. Monogr. z. Pflanzenschutz Nr. 6. Berlin.

André, Edm., 1889—1905, Spécies des hyménoptères d'Europe et d'Algérie.
Tome IV, V et Vbis, Les Braconides. Par T. A. Marshall.
Tome VII, Les Evaniides, Stephanides, Trigonalides. Par J. Kieffer.
Tome IX, X et XI, Les Proctotrupides. Par J. Kieffer et T. A. Marshall.

Beling, L., 1932, Zur Biologie von *Nemeritis canescens* Grav. I. Züchtungsverfahren und ökologische Beobachtungen. Z. f. ang. Ent. *19*, 223—249.

— — 1933, Zur Biologie und Zucht der Schlupfwespe *Angitia armillata* Gr. (Hym., Ichneum., Ophion.). Arb. Biol. Reichsanst. *20*, 237—244.

— — u. Stein, J. von, 1934, Über den Ausflug der Schlupfwespe *Nemeritis canescens* Grav. und über die Bedeutung des Geruchssinnes bei der Rückkehr zum Wirt. Biol. Zentr.-Bl. *54*, 147—169.

Bergold, G., u. Ripper, W., 1937, *Perilampus tristis* Mayr. als Hyperparasit des Kieferntriebwicklers (*Rhyacionia buoliana* Schiff.). Z. f. Parasitenkde. *9*, 394—417.

Bischoff, H., 1927, Biologie der Hymenopteren. Berlin, Jul. Springer.

— — 1929, Zur Biologie der *Euplectrus bicolor* Swed. (Hym. Chalc.). Z. f. wiss. Ins.-Biol. *24*, 78—82.

Boese, G., 1935, Der Einfluß tierischer Parasiten auf den Organismus der Insekten. Z. f. Parasitenkde. *8*, 243—284.

Boas, J. E. V., 1907, Über einen eigentümlichen Sack, in dem gewisse Ichneumonidenpuppen stecken. Zool. Jahrb. *25*, 321—328, Taf. XI.

— — 1923, Danske Forstzoologie 2. Aufl. (S. 463).

Borries, H., 1895, Jagttagelser over danske Naaletrae-Insecter. Tidsskr. Skovvaesen 7. Reihe, B.

Busse, 1924, Ein bisher wenig beachteter Schädling des Douglasiensamens. Dtsche. Forstztg. *39*, 559.

Clausen, C. P., 1923, The Biology of *Schizaspidia tenuicornis* Ashm., a Eucharid Parasite of *Camponotus*. Ann. Entom. Soc. America *16*, 195—217.

Crosby, R., 1909, On certain seed-infesting *Chalcid*-flies. Cornell Univ. Bull. 265.

— — 1913, A Revision on the North-American species of *Megastigmus* Dalm. Ann. Entom. Soc. America *6*, 155—169.

Cushman, 1916, *Syntomaspis druparum*, The Apple-Seed-Chalcid. Journ. Agr. Res. *7*.

Dautert-Willimizik, E., 1931, Einige Beobachtungen über das bisher unbekannte Männchen der Schlupfwepe *Nemeritis canescens* Grav. Zool. Anz. *93*, 274.

Diamond, R. v., The Biology of *Nemeritis canescens*, a Parasite of the Mediterranean Flour Moth. 60 th Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario, Canada, 84—89.

Eckstein, K., 1911, Beiträge zur Kenntnis des Kiefernspinners *Lasiocampa pini* L. Zool. Jahrb. Abt. System. *31*, 60—161.

[1]) In diesem Verzeichnis sind hauptsächlich die bionomischen Arbeiten berücksichtigt. Über die ungeheuer umfangreiche systematische Literatur findet sich eine ausführliche Übersicht bei Schmiedeknecht 1914.

Eidmann, H., 1924, Die Eiablage von *Trioxys* Hal. (*Hym., Braconidae*), nebst Bemerkungen über die wirtschaftliche Bedeutung dieses Blattlausparasiten. Z. f. ang. Ent. *10*, 353—363.
— — 1926, Der Kiefernspanner in Bayern im Jahre 1925 mit besonderer Berücksichtigung des Parasitenproblems. Ebenda *11*, 51—90.
— — Zur Kenntnis der Eiparasiten der Forleule. Mitteil. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. *5*, 56—77.
Emden, Fr. van, 1931, Zur Kenntnis der Morphologie und Ökologie des Brotkäfer-Parasiten *Cephalonomia quadridentata* Duch. Z. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere *23*, 425—566.
Escherich, K., 1913, Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Berlin, Paul Parey.
— — 1938, Die phytophagen *Megastigmus*-Arten *(Chalcididae)* als Zerstörer von Nadelholzsamen. Z. ang. Ent. *25*, 363—380.
Fahringer, J., u. Heikertinger, F., 1926, Züchtung von Hymenopteren, Handb. biol. Arbeitsmethoden Abt. IX, 459—483.
Ganin, M., 1869, Beiträge zur Erkenntnis der Entwicklungsgeschichte bei den Insekten. Z. wiss. Zool. *19*, 381—481, 3 Taf.
Grandori, R., 1909, Contributo all embriologica e alla biologica dell' *Apanteles glomeratus* L. immenottera parassita del bruco di *Pieris brassicae* L. Redia *7*, 363—427, Taf. XIII—XVI.
Hadersold, O., 1939, Ergebnisse von Parasitenzuchten der Zweigstelle Stade der Biol. Reichsanstalt III. Teil. Arb. phys. u. angew. Entom. Berlin-Dahlem.
Hase, A., 1919, Beiträge zur morphologischen und biologischen Kenntnis der Schlupfwespe *Lariophagus distinguendus* (Först.). Kurdj. Sitzber. Ges. Naturforsch. Freunde *10*, 402—432.
— — 1922, Über eigentümliche Nahrungsgewinnung einer Schlupfwespe (*Habrocytus cionicita*). Nat. Wochenschrift N. F. *21*.
— — 1920, Über den Putzvorgang bei der Schlupfwespe *Lariophagus distinguendus* Först. Nat. Wochenschr. 11. F. *19*.
— — 1923 a, Biologie der Schlupfwespe *Habrobracon brevicornis* (Wesm.). Arb. Biol. Reichsanst. *11*, 95—168, 6 Taf.
— — 1923b, Weitere Beiträge zur Frage der biologischen Bekämpfung von Schadinsekten, insbesondere über die Bekämpfung der Mehlmotten mit Hilfe von Schlupfwespen. Ebenda.
— — 1923c, Über die Monophagie und Polyphagie der Schmarotzerwespen, ein Beitrag zur Kenntnis des Geruchsinnes der Insekten. Die Naturwissenschaften *11*. 801—806.
— — 1924a, Zur Kenntnis wirtschaftlich wichtiger Tierformen. I. Über den Stech- und Legeakt, sowie den Wirtswechsel von *Lariophagus (Chalcididae)*. Die Naturwissenschaften *12*.
— — 1924b, Die Schlupfwespen als Gifttiere. Biol. Zentr. Bl. *44*, 209—242.
— — 1924c, Beiträge zur Kenntnis des Geschlechtslebens männlicher Schlupfwespen. Arb. Biol. Reichsanstalt *12*, 339—345.
— — 1925a, Weitere Versuche zur Frage der biologischen Bekämpfung von Mehlmotten mit Hilfe von Schlupfwespen. Ebenda *14*, 163—169.
— — 1925b, Beiträge zur Lebensgeschichte der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westw. Ebenda 171—224.
— — 1937, Neue Beobachtungen über die Männchen und Weibchen der Schlupfwespe *Nemeritis canescens*. Arb. morph. u. taxonom. Entom. Berlin-Dahlem *4*, 47—61.
Hoffmeyer, E. B., 1929, Aus Samen gezüchtete Callimomiden. Entom. Meddel. København *16*.
— — 1930a, Beiträge zur Kenntnis der dänischen Callimomiden mit Bestimmungstabellen der europäischen Arten. Ebenda *17*, 232—285.
— — 1930b, Notes on some North American Callimomidae. Ebenda 214—218.
Holste, G., 1922, Fichtenzapfen- und Fichtensamenbewohner Oberbayerns. Z. f. ang. Ent. *8*, 125—160.
Howard, L. O., 1892, The Biology of the Hymenopterous Insects of the Family *Chalcididae*. Proc. U. S. National Museum Washington *14*.
— — 1924, Insect parasites of insects. Proc. Ent. Soc. Washington *26*.

Howard, L. O., and Fiske, W. F., 1911, The importation into the U. S. of the parasites of the Gipsy Moth and the Brown-Tail Moth. U. S. Dep. Agr. Bull. No. 91.

Imms, A. D., 1937, Recent advances in Entomology. Second edition. London. J. u. A. Curchill Ltd.

Jancke, O., 1932, Die Kirschblütenmotte (*Argyresthia pruniella* L.) und ihr Parasit (*Ageniaspis atricollis* Dalm.). Die Gartenbauwissenschaft *6*, 303—386.

Kaufmann, O., 1923, Beobachtungen und Versuche zur Frage der Überwinterung und Parasitierung von Ölfruchtschädlingen aus den Gattungen *Meligethes, Phyllotreta, Psylliodes* und *Ceutorrhynchus*. Arb. Biol. Reichsanst. *12*, 109—169.

Kozikowski, A., und Kuntze, R., 1936, Die in Südpolen vorkommenden Tannensamenschädlinge. „Sylwana" *54*, Ser. A. Lemberg (Lwow). (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.)

Künkel, d'Herculais, J., et Langlois, C., 1891, Moeurs et metamorphoses de *Perilitus brevicollis* Hal., Parasite de l'Altise de la Vigne en Algérie. Ann. Soc. Ent. France *60*, 457—466.

Laidlaw, W. B. R., 1931, *Megastigmus* in Scotland, with an Addition to the Scottish List. Scot. For. Journ. *45*, 177—193, 2 Taf.

MacDougall, R. Lt., 1906, *Megastigmus spermotrophus* Wachtl. as an enemy of Douglas Fir *(Pseudotsuga Douglasii)*. Trans. R. Scott. Arboricult. Soc.

Maercks, H., 1933, Der Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Embryonalentwicklung der Mehlmottenschlupfwespe *Habrobracon juglandis* Ashm. Arb. Biol. Reichsanst. *20*, 347—390.

Marchal, P., 1904, Recherches sur la biologie et le dévelopment des hyménoptères parasites. I. La Polyembryonie spécifique ou Germinogonie. Arch. Zool. experim. 4. Sér. *12*, 257—335. Taf. IX—XIII.

— — 1906, Dasselbe. II. Le platygastères. Arch. Zool. exp. *4*.

Marcovitch, S., 1914, A species of *Megastigmus* reared from Larch seeds. Canad. Entom. *46*, 435—4, 1 Tafel.

Marshall, F. H., 1887, Monograph of British Braconidae. Trans. Ent. Soc. London 51—131.

— — 1888, 1891 u. 1897, Les Braconides. In: André, Spécies des Hyménoptères *4*, 51 u. *52*.

Meyer, N. F., 1927a, Biologie von *Angitia fenestralis* Holmgr., des Parasiten von *Plutella maculipennis* Curt. und einige Worte über Immunität der Insekten. Zeitschr. f. ang. Ent. *12*, 139—152.

— — 1927b, Über die Immunität einiger Raupen, ihren Parasiten, den Schlupfwespen gegenüber. Ebenda, 376—384.

Morawski, F., 1934, Schmarotzer zweiten Grades der Forstschädlinge aus der Gruppe der Chalcididen. (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.) Warschau 1934.

Morris, K. R. S., 1937, The prepupal stage in Ichneumonidae, illustrated by the life-history of *Exenterus abruptoris* Thb. Bull. Ent. Res. *28*, 525—534.

Muesebeck, C. F. W. and Dohanian, S. H., 1927, A study in Hyperparasitism with particular reference to the parasites of *Apanteles melanoscelus* Rtzbg. U. S. Dep. Agr. Bull. Nr. 1487.

Muesebeck, C. F. W. and Parker, D. L., 1933, *Hyposoter disparis* Viereck, an introduced Ichneumonid Parasite of the Gipsy moth. Journ. Agr. Res. *46*, 335—347.

Munro, J. W., 1917, The structure and life-history of *Bracon* sp. a study in Parasitism. Proc. Royal Soc. Edinburgh *36*, 313—333, Taf. I u. II.

Oudemans, J. Th., 1922, *Megastigmus spermotrophus* Wachtl. de vernieler van het zaad van *Pseudotsuga Douglasii* Cair. (Chalcididae). Entom. Berichten Deel VI. Nr. 125.

— — 1933, Nederlandsche *Megastigmus*-soorten. Ebenda *8*, 465—469.

Parker, H. L., 1924, Recherches sur les formes postembryonaires des Chalcidiens. An. Soc. Entom. France *93*, 262—379.

Pfankuch, K., 1918, Der äußere Körperbau der echten Schlupfwespen (Ichneumonidae). Abh. Nat. Ver. Bremen *29*, 25—74.

Puzanova-Malysheva, E. W., 1936, *Syntomaspis eurytomae* n. sp., ein Chalcide mit gemischter Ernährung im Larvenstadium. Z. f. ang. Ent. *22*, 631—642.

Prell, H., 1925, Grüne Schlupfwespenkokons in Kieferneulenrevieren. Anz. Schädlingskde *1*, 54—55.

Ratzeburg, J. Th. C., 1852, Die Ichneumonen der Forstinsekten, 3 Bde.

Reh, L., 1932, Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. Zweiter Teil. (Sorauers Handbuch d. Pflanzenkrankheiten Bd. 5.) Berlin, P. Parey.

Rietra, E., 1932, Jets over den bouw en de levenswijze van *Nemeritis canescens* (Grav.) als interne parasiet van de larve van *Ephestia Khueniella* Zell. Dissertation S'Hertogenbosch.

Riley, C. V., 1893, Is *Megastigmus* phytophagic? Proc. Ent. Soc. Washington *11*, 359—364.

Rimsky-Korsakow, M. N., 1925, Über Wasserhymenopteren der Umgebung vom See Sseliger. Russ. Hydrobiol. Zeitschr. *4*.

Rodd, E. G., 1929, The Infestation of the Seeds of *Abies sibirica* in the Karpuisak Forest District of the Novosibirsk Region by *Megastigmus strobilobius* Ratz. (Referat Rev. appl. Ent. 18). Izv. sibirsk Kraev. Stantz. Zashch. Rast. Nr. 3, 154.

Rohwer, S. A., 1915, Description of a new Seed Chalcid from Spruce. The Canad. Entom. *47*, 97—98.

Ruschka, F., 1924, Kleine Beiträge zur Kenntnis der forstlichen Chalcididen und Proctotrupiden von Schweden. Entom. Tidskr. 6—16.

Sachtleben, H., 1939, Biologische Bekämpfungsmaßnahmen. Handb. d. Pflanzenkrankh. Bd. VI, 2. Halbband, S. 1—120. Berlin, Paul Parey.

Schedl, K., 1936, Der Schwammspinner (*Porthetria dispar* L.) in Eurasien, Afrika und Neuengland. Monogr. z. ang. Ent. Nr. 12, Berlin 1936.

Scheidter, Fr., 1912, Beitrag zur Lebensweise eines Parasiten des Kiefernspinners, des *Meteorus versicolor* Wesm. Nat. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft *10*, 300—315.

— — 1919, Über die Feststellung des Parasitenbesatzes bei Forstschädlingen. Forstwiss. Centralbl. 1—14, 67—74, 110—116.

Schimitschek, E., 1935, Forstschädlingsauftreten in Österreich, 1927—1938. Ctrbl. f. d. ges. Forstw. *61*, Heft 5/6 u. 9.

Schmiedeknecht, O., 1914, Die Schlupf- und Brackwespen. In: Schröders „Insekten Mitteleuropas" Bd. *2*, 1914.

— — 1930, Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas. Jena.

Schulze, Hanna, 1924a, Über die Putztätigkeit von *Habrobracon;* zugleich ein Beitrag zur Sinnesphysiologie und Psychologie dieser Schlupfwespe. Zool. Anz. *109*, 313—323.

— — 1924b, Über die Fühlerhaltung von *Habrobracon juglandis* Ashm. *(Braconidae)*; zugleich ein Beitrag zur Sinnesphysiologie und Psychologie dieser Schlupfwespe. Ebenda *111*, 122—134.

— — 1926, Über die Fruchtbarkeit der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westw. Zeitschr. Morph. u. Ökol. *6*, 553—585.

Seitner, M., 1915, Beobachtungen beim Kieferspinnerfraß im Großen Föhrenwald bei Wiener-Neustadt 1913—1914. Ctrbl. f. d. ges. Forstw. *41*.

— — 1916, Über Nadelholzsamen zerstörende Chalcididen. Ctrbl. f. d. ges. Forstw. *42*.

Smits van Burgst, 1919, Die wirtschaftliche Bedeutung der Schlupfwespen. Zeitschr. f. ang. Ent. *5*, 291—294.

Smith, H. S., 1912, The Chalcidoid genus *Perilampus* and its relations to the problem of parasite introduction. Bur. Ent. Tech. Ser. *19*.

Speyer, W., 1923, Kohlschotenrüßler (*Ceutorrhynchus assimilis* Payk.), Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und ihre Parasiten. Arb. Biol. Reichsanst. *12*, 79—107.

— — 1925, *Perilitus melanopus* Ruthe (*Hym. Braconidae*) als Imaginalparasit von *Ceutorrhynchus quadridens* Pz. Zugleich eine Zusammenfassung unserer bisherigen Kenntnisse von Schlupfwespen als Parasiten der Käfer-Imagines. Zeitschr. f. ang. Ent. *11*, 132—146.

— — 1937, Entomologie. Wissensch. Forschungsberichte. Naturw. Reihe. Band 43. Dresden u. Leipzig, Verlag Theodor Steinkopff.

Sprengel, L., 1928, Untersuchungen über den Blutlausparasiten *Aphelinus mali* Haid. Anz. Schädlingskde. *4*, 151—160.

Steiner, P., 1930, Beobachtungen zur Biologie von *Cratotechus longicornis* Thoms. (Hym., Chalc.). Zeitschr. wiss. Ins. Biol. *25*, 19—23.

Stellwaag, Fr., 1921, Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Monogr. z. angew. Ent. *6*.
— — 1926, Methoden der biologischen Bekämpfung schädlicher Insekten im Pflanzenschutz. Handb. biol. Arbeitsmethoden.
— — 1929, Neuere Erfahrungen in der biologischen Bekämpfung schädlicher Insekten. Verhdl. Dtsch. Ges. f. angew. Ent., 7. Mitgl.-Vers. 15—32.
Taschenberg, O., 1916, Einige Bemerkungen über die Lebensweise eines Chalcidiers (*Syntomaspis pubescens* Mayr.). Z. wiss. Ins. Biol. *12*, 319—320.
Thalenhorst, W., 1939a, Ergebnisse einer Zucht von *Meteorus versicolor* Wesm. Arb. phys. u. angew. Entom. Berlin-Dahlem *6*, 73—75.
— — 1939b, Zur Biologie des Kiefernspannerparasiten *Ichneumon nigritarius* Grav. Zeitschr. ang. Ent. *26*.
Trägårdh, Ivar, 1917, Undersökningar över Gran- och Tallkottarnas Skadeinsekter. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Häft 13/14.
Tubeuf, C., von, 1930, Schutz vor der Einschleppung von Nadelholzschädlingen mit dem Samen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 40, 521—526.
Vayssière, P., 1931, Apparition en France du *Megastigmus spermotrophus* Wachtl, parasite des semence du *Pseudotsuga Douglasii* Haar. Rev. Path. veg. Ent. agric. *18*, 180—186.
Voelkel, H., 1925, Über die praktische Bedeutung der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westw. Arb. Biol. Reichsanst. *14*, 97—108.
Voûte, A. D., 1935, Der Einfluß von *Ageniaspis* sp. auf ihren Wirt *Phyllocnistis citrella* Staint. unter verschiedenen (Mikro-)klimatischen Verhältnissen. Arch. Néerl. Zool. *1*, 354—371.
Wachtl, F. A., 1884a, Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise von *Megastigmus collaris* Boh. Wien. ent. Ztg. *3*.
— — 1884b, Über *Megastigmus pictus* und seine Lebensweise. Ebenda.
— — 1893, Ein neuer Samenverwüster von *Pseudotsuga Douglasii* Carr. Ebenda *12*, 24—28, Taf. I.
Walley, G. S., 1932, Host Records and new Spezies of Canadian Hymenoptera. Canad. Ent. *44*, 181—189.
Weißenberg, R., 1908, Zur Biologie und Morphologie einer in der Kohlweißlingsraupe parasitisch lebenden Wespenlarve (*Apanteles glomeratus* L.) Sitzsber. Ges. Naturforsch. Freunde in Berlin.
— — 1909, Zur Biologie und Morphologie entoparasitisch lebender Hymenopterenlarven (Braconiden und Ichneumoniden). Ebenda.
Wellenstein, G., 1934, Biologische Freilandversuche über die Verwendbarkeit der Eiparasiten *Trichogramma minutum* Ril. und *Tr. evanescens* Westw. zur Bekämpfung der Forleule. Mitteil. aus Forstwirtschaft u. Forstwiss. *5*, 78—101.
Yano, M., and Koyama, M., 1918, On Wasps parasiting the Seeds of Coniferous Trees. Rep. Forest Exper. Forestry Bureau Tokyo *17*.
Zacher, Fr., 1932, Die tierischen Samenschädlinge in Freiland und Lager. J. Neumann-Neudamm.
— — 1937, Samenzerstörende Erzwespen. Mitt. Ges. Vorratsschutz *13*, 21—23.

II. Cynipoidea [1]

„G a l l w e s p e n"

Die Gallwespen (Abb. 367) sind kleine unscheinbare, meist schwarz oder braungefärbte Hymenopteren mit 5gliedrigen Tarsen, mit nicht geknieten 12—16gliedrigen Fühlern und seitlich zusammengedrückten Abdomen. Vorderflügel ohne Randmal (Stigma); mit einer Radialzelle, zwei Basal- und einer oder zwei geschlossenen Cubitalzellen. Der nach oben gekrümmte Legebohrer nicht oder nur wenig vorragend, aber hervorstreckbar. Die Larven sind madenförmig, weißlich, augenlos und beinlos.

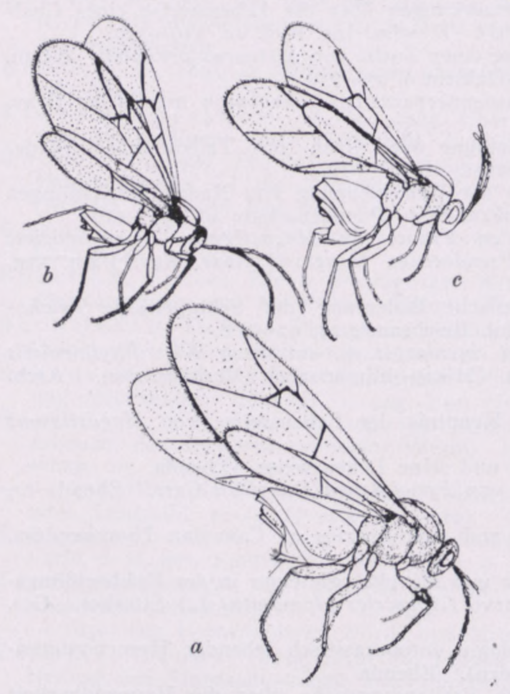


Abb. 367. Die verschiedenen Formen einer Gallwespe *(Diplolepis cynips-folii* L.) in den beiden Generationen. a ♀ der agamen (♀♀)-Generation; b ♂ und c ♀ der zweigeschlechtlichen (♀♂)-Generation. Nach K i n s e y

So unscheinbar die Gallwespen selbst sind, so auffallend können die von ihnen erzeugten Mißbildungen an den Pflanzen, die „G a l l e n", werden. Übrigens sind keineswegs alle Gallwespen Gallenerzeuger, viele benützen die von anderen Arten erzeugten Gallen und andere, und zwar die meisten, leben wie die Schlupfwespen parasitisch von anderen Insekten.

Körperbau der Gallwespen

Der **Kopf** ist hypognath, rundlich oder höher als breit und ziemlich flachgedrückt. Außer den gutentwickelten Netzaugen stets 3 Ocellen (Abb. 368 A) vorhanden. Mandibeln drei-, seltener nur zweizähnig (die Spitze mitgerechnet); Maxille mit drei- bis fünfgliedrigen Tastern, die Zunge polsterförmig abgerundet, meist mit Börstchen reicher besetzt (Abb. 368 B). Fühler zwischen den Netzaugen, näher beieinander stehend eingelenkt, zwölf- bis sechzehngliedrig: gewöhnlich hat das ♂ 1 oder 2 Glieder mehr als das ♀, außerdem sind beim ♂ das 3. oder 4. Glied (oder beide) oft seitlich ausgerandet (Abb. 368 C), die Fühler des ♀ sind stets dicker als die des ♂ und nicht selten gekeult. Die distalen Fühlerglieder sind mit Tastleisten besetzt.

Die **Brust** ist hochgewölbt; den Hauptabschnitt stellt die Mittelbrust (Mesothorax) dar, die häufig durch zwei Längsfurchen (Parapsidenfurchen) in drei Längsfelder geteilt wird (Abb. 369 A); das verschieden gestaltete Scutellum ist vom Mesonotum meist durch einen erhabenen Rand getrennt, hinter dem gewöhnlich jederseits

[1] Die wichtigsten zusammenfassenden Schriften über Gallwespen sind: K i e f f e r, J. J., Die Gallwespen Mitteleuropas. Stuttgart 1914, — M a y r, G. L., Die mitteleuropäischen Eichengallen in Wort und Bild. Wien 1871. — R o s s, H., Praktikum der Gallenkunde. Berlin 1932. — R o s s, H., u. H e d i c k e, H., Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas. Jena 1927. — Über die geschichtliche Entwicklung der Gallenkunde: B ö h n e r, K., Geschichte der Cecidologie. 2 Bände. Mittenwald 1933 u. 1935.

ein Grübchen liegt (Abb. 369 A, d). — Gegen den Mesothorax treten Pro- und Metathorax stark zurück; ersterer stellt dorsal nur einen schmalen Querstreifen dar (Abb. 369 B); letzterer ist von oben nicht sichtbar. Mediansegment (Metanotum) (s. S. 3 und Bd. I, S. 28) steil abfallend.

Die Flügel sind meist fein behaart und am Hinterrand bewimpert und bilden durch ihre Aderung ein besonders charakteristisches Merkmal der Cynipiden (Abb. 370 A). Die Vorderflügel sind ohne Randmal (Stigma); ihr Geäder ist stark reduziert. Es sind nur zwei von der Wurzel ausgehende Längsadern vorhanden: die vordere kräftige Subcostalis (sc) und die hintere viel schwächere (und oftmals mehr undeutliche) Medialis (m); beide werden durch eine Schrägader, die Basalis (b) miteinander verbunden. Die Radialis (r) beginnt von der Subcostalis und zieht mit einem Winkel zum Vorderrand, eine Radialzelle (rz) bildend, die bald geschlossen (wenn die sc am Vorderrand weiterzieht), bald ganz oder teilweise offen erscheint. Die Cubitalis (c) ist fast stets schwach ausgebildet, oft auch ganz oder teilweise erloschen; sie beginnt bald am Grunde der Basalis, bald in der Mitte oder auch vor der Mitte derselben und erreicht die Radialis, wo sie häufig die kleine dreieckige Cubitalzelle, Areola (ar), bildet; vor dieser liegt noch eine größere, von Basalis, Subcostalis, Radialis und Cubitalis begrenzte Zelle (cz), so daß also höchstens zwei geschlossene Cubitalzellen vorhanden sind. Am Grunde des Flügels sind noch zwei geschlossene Zellen, die vordere und mittlere Basalzelle (vbz und mbz). — Die Hinterflügel (Abb. 370 B) besitzen höchstens 3 Adern: Die Subcostalis, die da, wo sie den Vorderrand erreicht, verdickt ist und mehrere Häckchen trägt, die Basalis, die eine vom Distalende der Subcostalis ausgehende schräg nach rückwärts verlaufende Ader darstellt, und die Medialis, die mit der letzteren in Verbindung tritt.

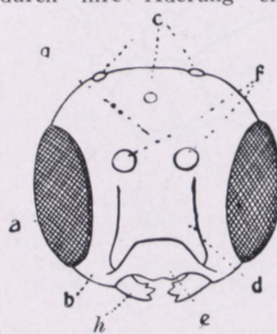


Abb. 368 *A*. Kopf von *Andricus quercus-ramuli* L. a Auge, b Wange, c Ocellen, d Gesicht, e Clypeus, f Insertionsstelle der Antenne, g Stirn, h Mandibel. Nach Kieffer

Die Beine sind mäßig groß, mit 5 Tarsengliedern, Krallen bald zweispaltig, bald einfach, Empodium aus einem behaarten Lappen und einer größeren ventralen kahlen glashellen Membran bestehend (Abb. 371 B). Vordertibie am Ende mit einem langen gegabelten Sporn, der mit dem ersten mit kammartigen Fortsätzen versehenen Tarsenglied einen Putzapparat darstellt (Abb. 372).

Das **Abdomen** meist seitlich zusammengedrückt; doch ist es auch mitunter weniger komprimiert und oben gewölbt ohne Kante. Es besteht aus 7 Tergiten und 5—6 Sterniten; das 1. Tergit und 1. Sternit sind miteinander verwachsen und bilden zusammen den ring- bis stielförmigen Petiolus

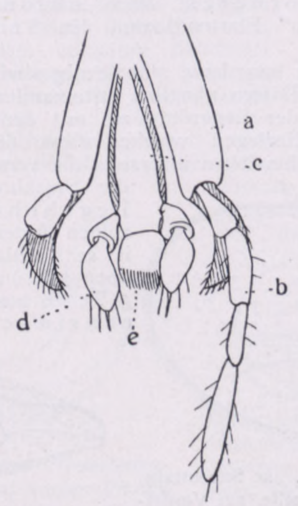


Abb. 368 *B*. Mundteile von *Charips carpentieri*. a Maxille, b Maxillarpalpus, c Labium, d Labialpalpus, e Ligula. Nach Kieffer

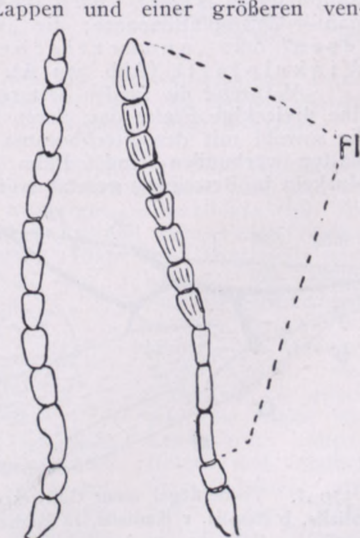


Abb. 368 *C*. Fühler einer Gallwespe (*Andricus testaceipes* Htg.). Links ♂, rechts ♀. Fl Flagellum. An den distalen Gliedern Tastleisten

(Stielchen). Die ♀♀ der gallenerzeugenden Cynipiden sind an dem im Profil mehr runden oder quadratischen Umriß des Hinterleibes sowie an dem ventral am Hinterleib mehr oder weniger deutlich hervortretenden Legebohrer zu erkennen (Abb. 367).

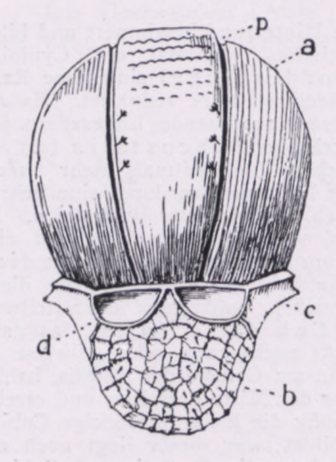


Abb. 369 *A.* Thorax von *Andricus ramuli* L. a Mesonotum mit den 2 Parapsidenfurchen p, b Scutellum, c Eindrücke der abschüssigen Seitenwand des Scutellum, d Basale Grübchen des Scutellum. Nach Kieffer

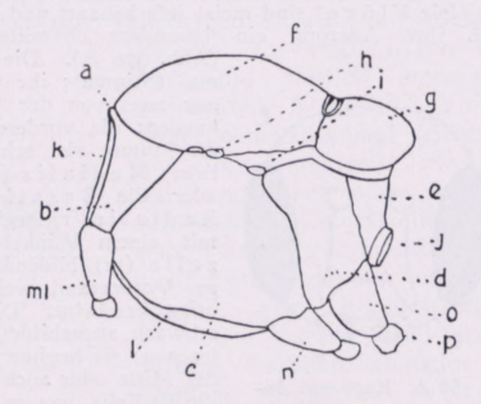


Abb. 369 *B.* Thorax von *Cynips.* a Pronotum, b Propleure, c Mesopleure, d Metapleure, e Mediansegment (Metanotum), f Mesonotum, g Scutellum, h Tegula und Insertionsstelle des Vorderflügels, i Insertionsstelle des Hinterflügels, j ringförmiger Fortsatz des Metathorax, an dem der Stiel des Abdomens eingelenkt ist, k Prosternum, l Mesosternum, m vordere Coxa, n mittlere Coxa, o hintere Coxa, p Trochanter. Nach Kieffer

Der L e g e a p p a r a t, der großenteils im Innern des Hinterleibes verborgen ist (Abb. 374), besteht aus dem eigentlichen L e g e b o h r e r und einem verhältnismäßig komplizierten S t ü t z - und B e w e g u n g s a p p a r a t. An letzterem unterscheidet man 3 Chitinplattenpaare; die „v o r d e r e n" oder „o b l o n g e n" und die „h i n t e r e n" oder „q u a d r a t i s c h e n" Platten[1]) und den S t i l e t t r ä g e r oder die W i n k e l p l a t t e (Abb. 373 A).

Während die beiden ersteren lang bzw. stabförmig sind, stellt der Stiletträger eine dreieckige Platte dar, deren Hälften gänzlich miteinander verwachsen sind, und die sowohl mit den Stechborsten der Legeröhre als mit den After- wie Scheidenplatten verbunden sind. Beim Eierlegen werden diese drei Plattenpaare durch Muskeln in Bewegung gesetzt und bewirken ihrerseits die verschiedenen Bewegungen der Stechborsten. Der eigentliche L e g e b o h r e r, der bei den einzelnen Arten verschieden lang ist, ist sehr schlank, an seiner Basis nach oben gekrümmt und setzt sich aus 3 Teilen zusammen: Der S c h i e n e n r i n n e und den zwei S t e c h-

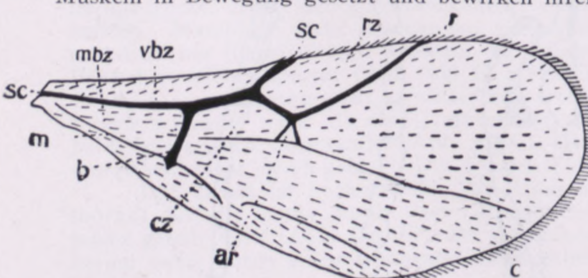


Abb. 370 *A.* Vorderflügel einer Gallwespe. sc Subcostalis, m Medialis, b Basalis, r Radialis, rz Radialzelle, am Vorderrande offen, c Cubitalis, ar Areola, cz die erste Cubitalzelle, vbz vordere Basalzelle, mbz mittlere Basalzelle. Nach Kieffer

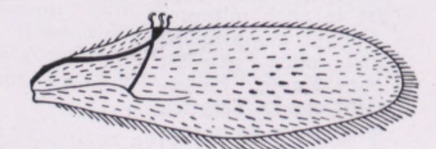


Abb. 370 *B.* Hinterflügel einer Gallwespe. Nach Kieffer

[1]) K i e f f e r bezeichnet die entsprechenden Platten als „Afterplatten" und „Scheidenplatten".

borsten, die auf deren Unterseite mit Falz und Nut so befestigt sind, daß sie hin- und hergeschoben werden können (Abb. 373 B). Jeder dieser drei Teile stellt eine dickwandige Röhre dar, deren Inneres angefüllt ist mit Bindegewebselementen, Tracheen- und Nervenendigungen, sowie etwas Lymphflüssigkeit. Durch den engen Spalt, der zwischen den Stechborsten und der Schienenrinne gelegen ist, muß das Ei durchgleiten. Der Bohrer zeigt an der Spitze oft sägeartige Einschnitte und ist zugleich ein feines Tastwerkzeug, mit welchem die ♀♀ aufs genaueste den Platz ermitteln können, an dem sie ihre Eier unterbringen wollen.

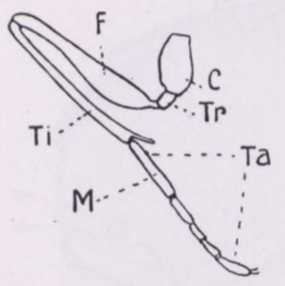


Abb. 371 *A*. Hinterbein einer Gallwespe. C Coxa, F Femur, Ti Tibia, Ta Tarsus, M Metatarsus. Nach Kieffer

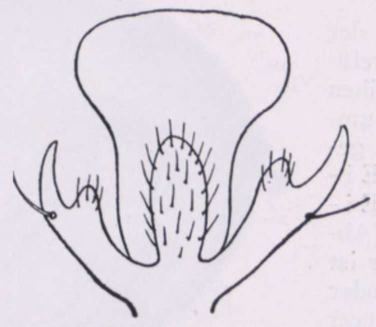


Abb. 371 *B*. Krallen und Empodium. Nach Kieffer

Der Bau der weiblichen Geschlechtsorgane ist teilweise recht eigenartig. Als Beispiel bringen wir eine kurze Schilderung der Geschlechtsorgane von *Biorrhiza pallida* (♀♀-Generation) nach Frühauf (1924): Die Ovarien setzen sich aus rund 60 polytrophen Eiröhren (Ovariolen) zusammen, von denen jede wieder rund 10 vollständig entwickelte Eier beherbergt, so daß die gesamte Eizahl rund 1200 beträgt. Die Eier sind in den Eiröhren derart angeordnet, daß die Eistiele dem blinden Ende, die Eikörper den Ovidukten zugewendet liegen (Abb. 375). Die Eiröhren sind bukettartig zum Ovarium vereinigt und sitzen dem glockenartigen Eikelch auf, welcher sich dann in die paarigen Ovidukte fortsetzt, die sich ihrerseits nach kurzem Verlauf zu dem unpaaren Abschnitt vereinigen. Als Anhangsorgane kommen verschiedene Drüsen in Betracht, zwei paarige Drüsen (dr_1 und dr_2) und die unpaare „Stacheldrüse“ (auch „Giftdrüse“ genannt wegen der Homologie mit dem Giftapparat der Aculeaten). Letztere besteht aus einem sehr langen Drüsenschlauch (dr_3) und der überaus mächtigen Sammelblase (bl), die in gefülltem Zustand neben den Ovarien den meisten Platz im Hinterleib einnimmt. Die Funktion der Drüsen mag wohl darin bestehen, die Ausfuhrwege glatt und schlüpfrig zu erhalten, die Bahn des Legebohrers einzufetten und endlich (Stacheldrüse) das Sekret zum Festkleben der Eier im Pflanzengewebe und zum Schutz der Eier zu liefern.

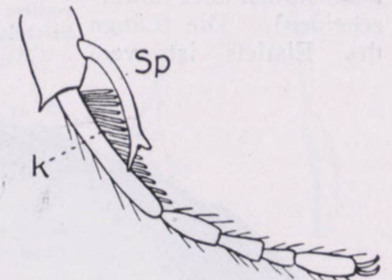


Abb. 372. Vordertarsus und Distalende der Tibia. Sp Sporn, k Kammapparat. Nach Kieffer

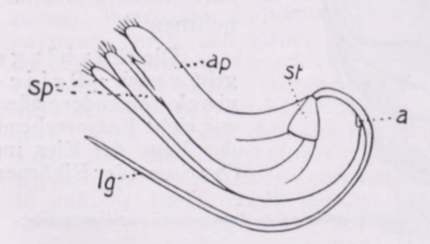


Abb. 373 *A*. Weiblicher Geschlechtsapparat einer Cynipide. ap vordere Platten oder Afterplattenpaar, sp hintere Platten oder Scheidenplattenpaar, st Stiletträger, a Anhang in Gestalt eines halbierten Trichters, lg Legestachel. Nach Kieffer

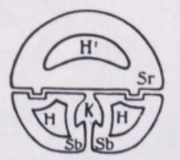


Abb. 373 *B*. Querschnitt durch die Legeröhre einer Gallwespe. Sr Schienenrinne, Sb Stechborsten, H und H' Hohlräume, K Kanal, durch den das Ei durchgleiten muß. Nach Beijerinck

Die Entwicklung (Ei, Eiablage, Larve, Puppe)

Die Eier der Gallwespen sind weißlich, von einer zähen elastischen Haut umgeben, deutlich gestielt, demnach aus Eikörper und Eistiel bestehend (Abbild. 376). Ersterer ist walzenrund, eirund oder auch kugelig, letzterer ist am Ende mehr oder weniger verdickt (wodurch sich die Cynipideneier von den ebenfalls gestielten Ichneumoniden-Eier unterscheiden). Die Länge des Eistiels ist verschieden und steht in Beziehung zur Länge des Legebohrers. Das verdickte Ende hat die Funktion, beim Durchtreten des Eies durch den Legebohrer zeitweise einen großen Teil des Eikörperinhaltes aufzunehmen [1]).

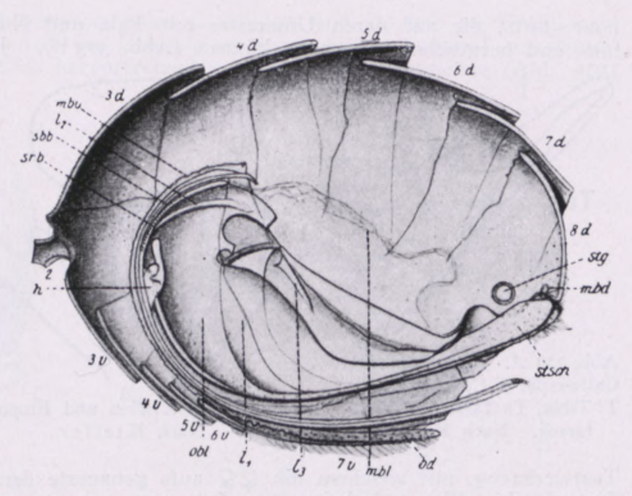


Abb. 374 *A. Biorrhiza pallida* Ol. Rechte Hälfte des gesamten Hinterleibes in Ruhelage, von innen gesehen. 3 d usw. Dorsalplatten, 3 v usw. Ventralplatten des Hinterleibs, obl oblonge oder vordere Platten, srb Schienenbögen, sbb Stechborstenbögen, stsch Stachelscheiden, l_1—$_3$ Chitinleisten, bd Bauchdorn (Bauchtaster) Mazerationspräparat. Vergr. 20fach. Nach Frühauf

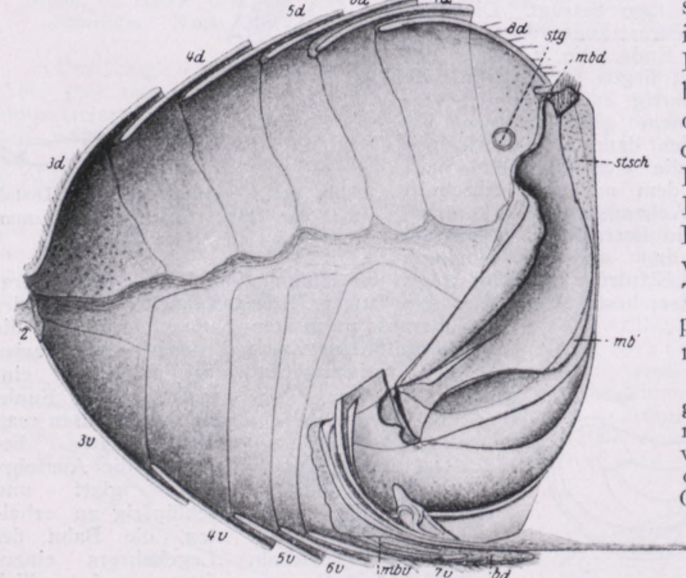


Abb. 374 *B. Biorrhiza pallida* Ol. Rechte Hälfte des gesamten Hinterleibes mit hervorgestrecktem Legeapparat von innen gesehen

Die Eiablage geht nach Beijerinck folgendermaßen vor sich: Entsprechend der Lage des Eies im Ovarium (der Eikörper

[1]) Von der Verschiebbarkeit des Eiinhaltes kann man sich leicht dadurch überzeugen, daß man ein Ei unter dem Deckglas schwach drückt; es fließt unter dem Druck ein Teil des Eiinhaltes in den Stiel bzw. dessen verdicktes Ende (Abb. 376 d).

Abb. 375. Weibliche Geschlechtsorgane mit Anhangsdrüsen von *Biorrhiza pallida* Ol. Erklärung im Text. Nach Frühauf

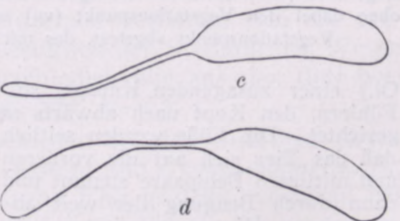


Abb. 376. Eier von Gallwespen. a *Rhodites rosae* L., b *Biorrhiza pallida* Ol. (52 mal) (a u. b nach Frühauf), c Cyniplden-Ei, d dasselbe unter dem Druck des Deckglases (nach Kieffer)

nach außen, d. h. der Legeröhre hin und der Eistiel nach innen gewendet) wird zunächst der Inhalt des Eikörpers in das verdickte freie Ende des Eistiels gedrückt, so daß dieser Teil, dank der Elastizität der Eihaut, den ursprünglichen Umfang des Eikörpers annimmt; inzwischen gleitet der leere Sack des letzteren durch den Kanal des Legebohrers, an dessen Spitze er als schlaffer faltiger Sack erscheint, hindurch. In dem Maße als er aus der Spitze des Legebohrers heraustritt, wird die auf der anderen Seite noch außerhalb des Legebohrers liegende Anschwellung des Eistiels zusammengedrückt, so daß ihr Inhalt durch den im Legebohrer befindlichen Eistiel dem faltigen Körper zurückgegeben wird, diesen prall anfüllend. Da das ganze Ei samt dem Eistiel immer bedeutend kürzer ist als der Legebohrer, muß der Stiel sehr elastisch sein. Da aber die Elastizität gewisse Grenzen hat, so wird es erklärlich, warum Gallwespen mit langem Legebohrer auch stets lange Eistiele haben. Die Länge des Legebohrers ist aber selbst wieder abhängig von der Tiefe, in welcher die Eier abgelegt werden sollen; Arten, die ihre Eier in Großknospen legen, haben daher einen langen, und solche, die ihre Eier in eine Blattrippe legen, dagegen einen kurzen Legebohrer (Kieffer).

Über das Benehmen der Gallwespen bei der Eiablage gibt Frühauf (1924) folgende Schilderung: Begegnet ein ♀ (von *Biorrhiza pallida*

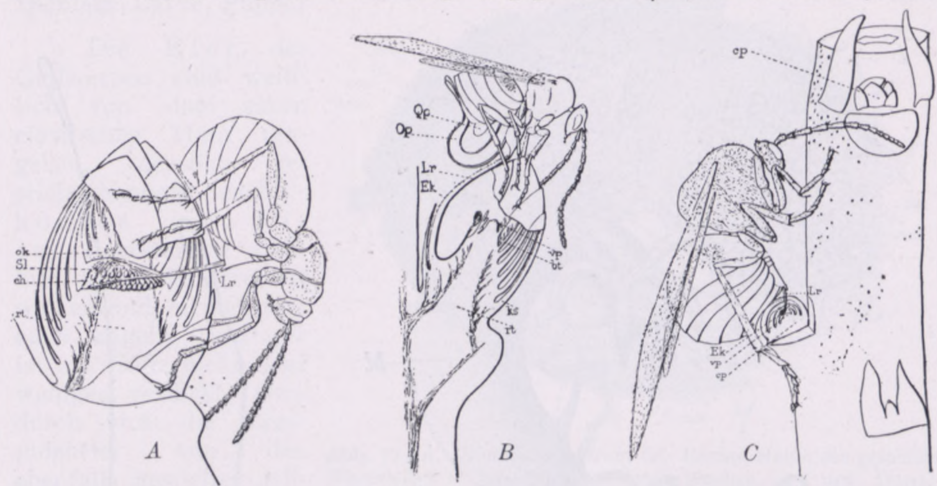


Abb. 377 *A*. *Biorrhiza pallida* Ol. in eine Eichenknospe Eier legend. Die Knospe ist im unteren Teil der Abbildung im Längsschnitt, oben perspektivisch gezeichnet; das Tier sitzt darauf mit dem Kopf nach unten und hat die Legeröhre (Lr), die die Knospenschuppen senkrecht durchbohrt, tief in dieselbe eingesenkt; die Eier liegen mit den Stielen nach oben und dem Tiere zugewendet, unter der Schleimdecke (Sl) in der Eihöhlung (eh), rt Ringelteil, ok Oberteil der Knospe. Nach Beijerinck

Abb. 377 *B*. Eiablage von *Neuroterus quercus-baccarum* L. Die haarfeine lange Legeröhre gleitet zwischen zwei Knospenschuppen bis zur Knospenachse. Dort wird die Legeröhre zurückgebogen, wodurch deren Spitze zwischen die gefalteten grünen Blätter gelangt. Der Deutlichkeit halber sind auf der linken Seite die Knospenschuppen entfernt. Nach Beijerinck

Abb. 377 *C*. Eiablage von *Diplolepis quercus-folii* L. In Übereinstimmung mit der Kleinheit der von ihr benutzten Knospen besitzt die *folii*-Wespe nur einen sehr kurzen Legeapparat. Die Legeröhre (L) wird beim Eierlegen durch mehrere Knospenschuppen vertikal abwärts gebohrt, ohne dabei den Vegetationspunkt (vp) zu verwunden. Es wird nur ein einziges Ei auf dem Vegetationspunkt abgelegt, das mit dem Sekret bedeckt wird. Nach Beijerinck

Ol.) einer zusagenden Knospe, so beginnt es eine eingehende Musterung mit den Fühlern, den Kopf nach abwärts und den Hinterleib gegen die Spitze der Knospe gerichtet. Die Füße werden seitlich an den Knospenschuppen festgekrallt, meist so, daß das Tier sich auf die vorderen und mittleren Beinpaare stemmt und dann durch Beugung der weit abgespreizten Hinterextremitäten sein Abdomen an die Knospe heranpreßt. Die Fühler sind der Basis der Knospe leicht angelegt oder ihr doch

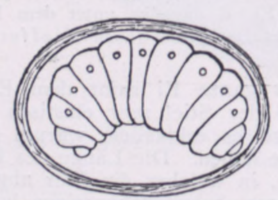


Abb. 378 *A*. Cynipidenlarve in der Kammer. Nach Kieffer

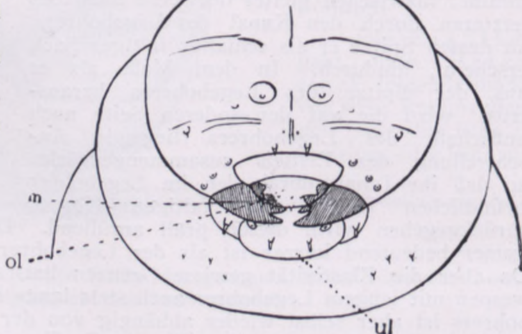


Abb. 378 *B*. Kopf und 1. Brustring einer Cynipidenlarve. m Mandibel, ol Oberlippe, ul Unterlippe. Nach Kieffer

wenigstens genähert. Die letzte Bauchplatte ist weit vom Körper abgespreizt, so daß sie der Knospe fast senkrecht aufgesetzt erscheint, dadurch mit den Haarbüscheln der Bauchtaster die Knospenschuppen betastend. Diese letzte Bauchschuppe repräsentiert gleichzeitig die Führungsplatte für den gesamten Legeapparat, der aus seiner Ruhelage im Innern des Körpers mehr und mehr hervorgeschoben wird. Der eigentliche Stachel wird dann, in der Führungsrinne der letzten Bauchschuppe entlang gleitend, quer durch die harten äußeren Knospenschuppen hindurch ins Innere der Knospe hineingebohrt (Abb. 377 A). Dieses Eindringen erfolgt in sägeartiger Bewegung unter stetem Hin- und Herschieben der Stechborsten und Schienenrinne. So wird ein förmliches Bohrloch geschaffen, vom gleichen Durchmesser wie der Stachel selbst.

„Dieses Einbohren durch die äußeren harten Knospenschuppen hindurch ins Zentrum bis zur Knospenachse erfordert die schwerste Arbeit von seiten des Tieres. Unter steter krampfhafter Muskeltätigkeit wird der Stachel durch die harten Deckschuppen hindurchgestoßen. Meist ist mehrmaliges Ansetzen nötig, ehe das Eindringen gelingt. Durch die harten Deckschuppen führt immer nur e i n Bohrloch ins Innere; denn in den lockeren, weichen, innersten Blattanlagen hat der Legebohrer natürlich größere Bewegungsfreiheit."

Der Stichkanal wird direkt in horizontaler Richtung ins Innere gebohrt, so daß der Legebohrer genau in die lockere Zone oberhalb des Vegetationskegels vordringt. Die hier gelegenen jungen gefalteten Blättchen werden ein oder mehrere Male durchgesägt. So schafft sich das Tier gerade über dem Vegetationskegel unter den innersten Knospenschuppen eine Höhlung, die zur Aufnahme einer beträchtlichen Zahl von Eiern groß genug ist. Der ganze Legebohrer arbeitet mit einer geradezu erstaunlichen Behendigkeit und Beweglichkeit. Innerhalb der für die Eier geschaffenen Höhlung äußerst schmiegsam hin und her tastend sucht die Spitze der Legeröhre immer wieder einen passenden Platz für das nächste Ei. Der Vorgang der Ablage eines Eies ist in einem Bruchteil einer Minute geschehen, um sich eventuell sofort aufs neue zu wiederholen. Meist schiebt sich zwischen zwei Eiablagen die Abgabe eines Sekrettröpfchens. Am Schluß wird der ganze Eihaufen von Sekret umhüllt, wodurch alle Eier untereinander und mit dem Knospengewebe verbunden werden.

Es ist erstaunlich, mit welcher Peinlichkeit und Sicherheit die ganze Eiablage erfolgt. D a s E n d e d e s L e g e b o h r e r s i s t j e d e n f a l l s e i n a u f s g e n a u e s t e a r b e i t e n d e s u n d a u f s f e i n s t e e m p f i n d l i c h e s T a s t o r g a n , und alle, welche Gallwespen bei der Eiablage beobachtet haben, drücken ihr Erstaunen über die Präzisionsarbeit des mitunter sehr langen Stechorgans aus. Im einzelnen verhalten sich die verschiedenen Arten bei der Eiablage sowohl bezüglich der Stellung der Wespe als auch der Führung des Legebohrers verschieden, wie aus den drei beigegebenen Abbildungen zu ersehen ist (Abb. 377 A—C).

Die Z a h l d e r E i e r ist sehr verschieden bei den einzelnen Arten und richtet sich nach der Größe. Bei *Bior. pallida* und *Cynips kollari* z. B., deren Eier sehr klein sind, wurden 800—1200 Eier gezählt, während bei *Dipl. folii*, deren Eier groß sind, kaum 100 festgestellt wurden.

N i c h t j e d e E i a b l a g e f ü h r t a u c h z u e i n e r G a l l b i l d u n g ; nicht selten kann letztere ausbleiben. Bei der Eiablage kommt es nämlich sehr darauf an, daß das Ei genau an die entsprechende Stelle gelangt. Vor allem da, wo Winterknospen angestochen werden, muß das Ei genau in die Zone des Cambiumringes, der sich als ein schmaler Saum in die Basis des Knospenkegels erstreckt, zu liegen kommen. Ist dies nicht der Fall, so kann die auskommende Larve den schmalen Cambiumring nicht erreichen und geht zugrunde, so daß die Gallbildung unterbleibt[1]) (A d l e r).

[1]) Daß eine fehlerhafte Lagerung des Eies der Hauptgrund für das Ausbleiben der Gallbildung ist, findet darin seine indirekte Bestätigung, daß in den Fällen, wo die Wespe nicht leicht die Zone der Cambiumschicht verfehlen kann, wie z. B. beim Anbohren der Rinde oder der Blattfläche, in der Regel kein Fehlschlagen beobachtet wird (A d l e r).

Die Embryonalentwicklung setzt bald nach der Eiablage ein, auch bei den Eiern, die mitten im Winter abgelegt werden; bei letzteren geht die Entwicklung viel langsamer vor sich als bei den Sommereiern. Doch kommen auch Fälle vor, in denen auch bei den letzteren der Embryo ungewöhnlich lange Zeit innerhalb der Eihülle verweilt (Latenz). Gegen das Ende der Embryonalentwicklung entsteht an einer Stelle des Eies, die das Gallplastem berührt, eine Ausbuchtung, in der sich das Kopfende der Larve befindet. Es ist wahrscheinlich, daß an dieser Ausbuchtung die Eischale sich allmählich erweicht, so daß sie zuletzt dem Druck des Embryo nachgibt und der Larve dadurch den freien Austritt erleichtert.

Die reife Larve ist madenartig, ventralwärts stark eingekrümmt, weißlich, bein- und augenlos (Abb. 378A). Sie besteht aus 13 Segmenten, von denen 9 Stigmen tragen (Hinterbrust und Abd.-Segm. 1—8). Die Segmente 2—12 sind dorsal mit je einer Querreihe von 4 Papillen, ventral mit je einer solchen von 3 Papillen besetzt. Die Mandibeln sind in der Regel kräftig, annähernd dreieckig, und meist dreizähnig. Oberlippe glashell, halbkreisförmig, Unterlippe durch eine große polsterförmige Erhabenheit ersetzt (Abb. 378 B). Häutungen sollen, wenigstens bei den phytophagen Arten, während des ganzen Larvenwachstums nicht stattfinden. Auch geben die Larven keinen Kot ab.

Die Entwicklungsdauer des Larvenstadiums kann sehr verschieden sein, und zwar sowohl individuell als auch nach den Generationen (♀♀ oder ♀♂). Für die Sommergeneration gilt es im allgemeinen, daß die Larve sofort heranwächst bis zur Verpuppung, bei der Wintergeneration dauert das Larvenstadium viel länger, wobei nach Adler folgende Möglichkeiten vorkommen können:

1. Die Larve entwickelt sich in demselben Jahr, wächst vollkommen aus, überwintert und kann dann ein Jahr und länger in der Galle ruhen.

2. Die Larve vollendet im ersten Jahr ihr Wachstum nur bis zu einem gewissen Grad, überwintert und bildet sich erst im zweiten Jahr vollständig aus.

3. Die Entwicklung der Larve steht, nachdem sie das Ei verlassen und die Gallenbildung eingeleitet hat, vollkommen still, ruht einige Monate und entwickelt sich erst weiter, wenn die Galle zu Boden gefallen ist (*Neuroterus*).

Auffallend bleibt in vielen Fällen die lange Larvenruhe und besonders bemerkenswert ist es, daß in vielen Fällen die Larven sogar bis in das dritte Jahr ruhen, ehe sie in das Puppenstadium übergehen. Auch bei den Arten ohne Generationswechsel liefert regelmäßig ein Teil der Gallen die Wespe erst im dritten Jahr. Bei der Regelmäßigkeit, mit welcher diese Erscheinung sich wiederholt, glaubt Adler, daß eine individuelle Verschiedenheit der Entwicklungsdauer sich vollständig fixiert hat. Daher finden wir bei derselben Art, daß ein Teil der Individuen nur ein Jahr zur vollen Entwicklung bedarf, ein Teil dagegen erst nach zwei Jahren dieses Ziel erreicht (Adler).



Abb. 379. Puppe einer Gallwespe. Nach Kieffer

Vor der Verpuppung erscheinen zuerst auf den Seiten des Kopfes zwei große rote Netzaugen; erst mehrere Tage oder mehrere Wochen später findet die Verwandlung zur Puppe statt, und zwar bei den Gall-

bildnern stets in der Galle. Die Puppe ist nackt und hat große Ähnlichkeit mit den Puppen der Schlupfwespen; die in ihren Scheiden eingeschlossenen Fühler, Flügel und Beine sind frei aufliegend (Abb. 379).

Ist die Wespe ausgekommen, so nagt sie sich mit ihren Mundteilen ein Ausgangsloch durch die Gallwand (oder bei parasitischen Arten aus dem Wirt) und gibt dann bald die während des Larvenlebens angesammelten Exkremente ab. Die beißenden Mundwerkzeuge dienen bei den phytophagen Arten nur zum Durchnagen der Galle, da die Gallwespen keine feste Nahrung aufnehmen. So ist von den phytophagen Arten bekannt, daß sie außer Wasser, das sie gierig trinken, überhaupt kaum eine andere Nahrung zu sich nehmen. Von den zoophagen weiß man, daß sie Honig aus den Blüten saugen.

Der beschränkten Nahrungsaufnahme entspricht eine kurze Lebensdauer der Imagines. Manche Gallwespen der Sommergeneration sind außerordentlich hinfällig und leben höchstens einige Tage; die Wespen der Wintergeneration leben im allgemeinen länger, 2—4 Wochen und mehr. Im wesentlichen hängt die Lebensdauer von der Art der Unterbringung der Eier ab: Je leichter und schneller die Eier abgesetzt werden können, um so kürzer ist die Existenz des Individuums und umgekehrt. Die Wespen der Wintergeneration legen die Eier meist in den Knospen ab, was viel mehr Arbeit und Zeit erfordert — zumal bei den niedrigen Temperaturen — als die Ablage in die Blätter usw. bei hohen Temperaturen, wie sie für die ♀♀ der Sommerwespen in Betracht kommt (Adler).

Bei Gefahr nehmen die Gallwespen eine Schutzstellung ein: Berührt man die Pflanze, auf der sie sitzen, so lassen sie sich zu Boden fallen, schlagen die Beine und die Antennen an die Bauchseite zurück und verharren längere Zeit regungslos in dieser Stellung, bis die Gefahr vorüber ist (Kieffer).

Die biologischen und systematischen Gruppen

Wie schon erwähnt, sind durchaus nicht alle „Gallwespen" auch Gallenerzeuger; viele leben als Einmieter (Inquilinen) in den von anderen Arten erzeugten Gallen und sehr viele als echte Parasiten — nach Art der Schlupfwespen — in den Larven anderer Insekten. So können wir nach biologischen Gesichtspunkten für die Gallwespen folgende Gruppen aufstellen:

1. **Phytophage Cynipoidea,** deren Larven von der Gallensubstanz leben.
   a) Gallbildner, d. s. solche, die selbst Gallen erzeugen, und
   b) Einmieter, d. s. solche, die selbst keine Gallen erzeugen, sondern gewissermaßen als Raum- und Nahrungsparasiten in fremden Gallen leben, von deren Substanz sich ernährend[1]).

[1]) In verlassenen Gallen siedeln sich nicht selten noch verschiedene andere Insekten an, ähnlich wie unter den Vögeln die verschiedenen Höhlenbrüter die verlassenen Spechthöhlen als Brutraum benützen. Sie werden als „Ansiedler" bezeichnet; meistens handelt es sich um Wespen, Bienen und Ameisen. Endlich werden alte verlassene Gallen oft nur für kurze Zeit zum vorübergehenden Aufenthalt von einer Reihe von Tieren benutzt, die Kieffer „Vagabunden" nennt (Spinnen, Myriopoden, Apterygoten und andere Insekten).

Wenn man ferner berücksichtigt, daß sowohl die Gallbildner wie die Einmieter von zahlreichen Parasiten heimgesucht werden können, so wird es verständlich, daß manche Gallen, besonders die großen, vielkammerigen, mitunter ein ganzes Heer von

2. **Zoophage Cynipoidea,** deren Larven als Entoparasiten in anderen Insekten leben.

Übereinstimmend mit dieser biologischen Gruppierung teilen wir mit Kieffer die *Cynipoidea* in zwei Familien ein:

1. **Familie Cynipidae** (phytophag)
Körper meist mit deutlicher Skulptur (selten ohne solche, dann aber stets mit deutlicher Areola). Das zweite Tergit wenigstens halb so lang wie das Abdomen.

a) **Unterfamilie Cyniparíae**
Petiolus glatt, Gesicht meist nicht gestreift. Larven leben in selbsterzeugten Gallen (17 Gattungen).

b) **Unterfamilie Synergariae**
Petiolus oder wenigstens der stielartige Fortsatz des Metanotums längsgestreift, ebenso meist das Gesicht. Larven leben in fremden Gallen (4 Gattungen).

2. **Familie Figitidae** (zoophag)
Körper meist ohne Skulptur. Das zweite Tergit meist kürzer als das halbe Abdomen. — Mit sieben Unterfamilien (39 Gattungen).

Während das hier genannte System mit der oben gegebenen biologischen Gruppierung sich vollkommen deckt, teilt Handlirsch (1925) und mit ihm auch Hedicke (1930) die Familie der Cynipiden in eine Reihe gleichwertiger Unterfamilien ein, von denen 7 auf unser Faunengebiet entfallen: *Ibaliinae, Anacharinae, Figitinae, Aspicerinae, Eucoliinae, Charipinae* und *Cynipinae.*

Wir beschränken uns hier auf diese kurze systematische Übersicht, da wir uns in der folgenden Darstellung hauptsächlich auf die Gallen, die für jede Art charakteristisch geformt sind, beziehen. Die Gallen sind es ja auch, durch die die Gallwespen in der Waldbiozönose sich bemerkbar machen und auch forstlich einige Bedeutung erlangen. Wir werden uns daher hier auch vor allem mit den gallenerzeugenden Cynipiden, den Cynipariae, beschäftigen. Die übrigen Gruppen, die *Synergariae* wie auch die *Figitidae,* treten an forstlichem Interesse wesentlich zurück. Nur bei den letzteren, den zoophagen Cynipiden, sind einige Formen, die als Mortalitätsfaktor bei Forstschädlingen (wie z. B. bei den Siriciden) eine Rolle spielen.

I. Die Gallenerzeuger (Cynipariae)

Weitaus die meisten Gallen, über 90 %, werden auf Eichen erzeugt, die restlichen verteilen sich auf Ahorn, Rose und verschiedene Stauden (*Centaurea, Hieracium, Potentilla, Pteris, Papaver* usw.); unter ihnen sind die Rosengallen (Bedeguare) häufige und allgemein bekannte Erscheinungen.

Bionomie und Ökologie

Fortpflanzung der Gallenerzeuger

In der Fortpflanzungsbiologie der Gallbildner herrschte lange Zeit Unklarheit, bis durch die Forschungen von Walsh (1864), Adler (1877

verschiedenen Insekten enthalten. So hat Kieffer aus den großen Schwammgallen von *Biorrhiza pallida* Ol. nach und nach nicht weniger als 75 verschiedene Insektenarten erhalten (Heymons 1915).

und 1881), Beijerinck (1880 und 1896), G. Mayr (1881), Kieffer und anderen die teils recht komplizierten Verhältnisse einigermaßen aufgedeckt wurden. Danach kommen unter den gallbildenden Cynipiden drei Arten von Fortpflanzung vor:

1. eine zweigeschlechtliche mit ♂ und ♀,
2. eine rein parthenogenetische,
3. eine heterogenetische, bei der eine parthenogenetische (♀♀) und zweigeschlechtliche Generation (♀♂) regelmäßig miteinander abwechseln.

Die zweigeschlechtlich sich fortpflanzenden Gallbildner stellen nur eine kleine Minderheit dar; scheidet doch die Hauptmasse, nämlich die auf Eiche vorkommenden Arten, aus. Dagegen gehören in diese Gruppe die auf verschiedenen strauchartigen Pflanzen vorkommenden Arten, sowie die Rosengallwespen. Doch sind auch bei ihnen, vor allem den letzteren, in der Regel die ♂♂ seltener als die ♀♀, mitunter so selten (Geschlechterverhältnis bisweilen bis zu 1000 : 1), daß wohl die meisten ♀♀ ihre Eier ohne vorhergegangene Befruchtung ablegen. Jedenfalls schreitet hier die zweigeschlechtliche Fortpflanzung deutlich zur rein parthenogenetischen hinüber, wie tatsächlich bei einigen dieser Rosengallwespen, wie *Rhod. rosae* und *mayri*, auch die rein parthenogenetische Fortpflanzung festgestellt werden konnte. Doch auch die rein parthenogenetische Fortpflanzungsart scheint als Regel nicht allzu häufig zu sein. Allerdings gaben zahlreiche Zuchtresultate früherer Zeiten den Anschein, als ob Parthenogenesis bei den Gallwespen die Regel sei. So sammelte Hartig 28000 Gallen von *Diplolepis divisa* Htg. und zog daraus nahezu 10000 ♀♀, aber kein einziges ♂; ebenso erging es ihm bei der Zucht von *Dipl. quercus-folii* L. Es stellte sich jedoch später heraus, daß es sich bei diesen Ergebnissen um die parthenogenetische Generation heterogenetisch sich fortpflanzender Arten handelte. Andererseits wurde aber auch reine Parthenogenesis bei einer Anzahl von Arten (wie *Andricus albopunctatus* Schlt., *marginalis* Adl. usw.) durch zahlreiche Versuche wirklich bewiesen, insofern als die gezogenen ♀♀ immer wieder nur ♀♀ ergaben.

Die häufigste Fortpflanzungsart der Gallwespen ist die Heterogonie. Sie wurde zuerst von dem Amerikaner Walsh (1864) entdeckt und dann von Adler, Beijerinck, G. Mayr u. a. für viele europäische Arten bestätigt.

Der Ablauf des Generationszyklus gestaltet sich folgendermaßen: Die aus ♀♀ und ♂♂ bestehende „zweigeschlechtliche“ oder „sexuelle“ Generation (♀♂-Generation) entwickelt sich in der günstigen Jahreszeit. Nach der Begattung legt das ♀ Eier, aus denen im Winter oder auch im Frühjahr oder Anfang des Sommers die „eingeschlechtliche“ oder „agame“, nur aus Weibchen bestehende Generation (♀♀-Generation) hervorgeht. Die Wespen dieser Generation bringen dann parthenogenetisch Eier hervor, aus denen sich wieder die zweigeschlechtliche Generation (♀♂) entwickelt. Der Entwicklungsgang vollzieht sich in einem oder auch in mehreren Jahren.

Die heterogenetische Fortpflanzung der Gallwespen bekommt dadurch ein besonderes Gesicht, daß die beiden in Abwechslung stehenden Generationen in vielen Punkten stark voneinander abweichen, und zwar nicht nur die Wespen, sondern auch die von ihnen erzeugten Gallen. Die Verschiedenheit der beiden Generationen ist teilweise so groß, daß man, bevor der genetische Zusammenhang bekannt war, dieselben als verschiedene Arten beschrieben, ja in manchen Fällen zu verschiedenen Gattungen gestellt hat. Auch die Gallen der beiden Generationen sind meist so unterschiedlich gestaltet, daß niemand ihre Zusammengehörigkeit vermuten konnte.

So erklärt es sich, daß alle Gallwespen mit Heterogonie zwei Namen besitzen, was für die Systematiker nicht geringe Schwierigkeiten brachte. Nach den Nomenklaturregeln ist jedoch die Zweinamigkeit nicht angängig und so wird nur der Name beibehalten, der der ältere ist; zur Kenntlichmachung der Generationen wird für die agame Generation das Zeichen ♀♀ und für die zweigeschlechtliche das Zeichen ♀♂ beigesetzt[1]).

Entstehung der Gallen

Die Cynipiden-Gallen haben wegen ihrer Auffälligkeit schon von jeher das Interesse der Naturforscher erregt und so ist im Laufe der Jahrhunderte eine sehr umfangreiche Literatur entstanden, die sich vor allem mit den Ursachen der Gallbildung befaßt. In dieser Hinsicht sind eine Reihe von Theorien aufgestellt worden[2]).

Nach Malpighi (1686), der sich zuerst mit dieser Frage eingehender beschäftigt hat, wird die Gallbildung durch eine Flüssigkeit verursacht, die beim Eilegen aus dem Bohrer fließe und die Wirkung eines Fermentes habe. Réaumur (1797) sieht die Ursache der Gallbildung in einer Verwundung des Pflanzengewebes, während Lacaze-Duthiers (1853) ein Gift, das vom ♀ in die Pflanze gebracht wird, für das Wachstum der Galle verantwortlich machen möchte.

Nach den neueren Ergebnissen, die wir Beijerinck und vor allem Magnus (1914) verdanken, ist bei der Entstehung der Galle ganz wesentlich die Larve beteiligt. Zunächst wird nach Magnus an der Stelle der Verwundung durch das ♀ (bei der Eiablage) ein Callusgewebe gebildet; dann wird die Eischale an der dem Callusgewebe anliegenden Seite durch die junge Larve vermutlich vermittelst des Kieferapparates geöffnet; darauf unterliegen die dieser Stelle, also dem Mundteil der Larve zunächst gelegenen Zellen, sehr rasch einem Degenerationsprozeß. Ohne daß sich das Plasma dieser Zellen sichtbar vermehrt, schwellen ihre Kerne an, erhalten undeutliche Konturen und lösen sich auf. Gleichzeitig werden die Zellwände undeutlich und verfließen. Der Auflösungsprozeß schreitet in die Tiefe fort. Unterhalb der, auf diese Weise immer tiefer in das Gewebe einsinkenden Larve sind stets die in Auflösung begriffenen Zellen sichtbar. Demzufolge ist die Larve vom ersten Augenblick des Einsinkens in das Callusgewebe an auch seitlich von einer Schicht Zellen umgeben, die unregelmäßig begrenzt erscheinen, da ihnen die Reste der sich auflösenden Zellen aufgelagert sind. Ist die Larve ganz in dieses „Lysenchym" eingesunken, so schließt sich der Höhleneingang; und nun erst beginnt sich der Einfluß der Larve auf das umliegende Gewebe im Sinne der spezifischen Gallengestaltung bemerkbar zu machen. Über die Natur des von der Larve ausgehenden spezifischen Reizes (Sekret?) ist nichts Näheres bekannt; das Experiment konnte bis jetzt keine Auskunft darüber geben. Sicher ist nur, daß sogleich nach dem Absterben der Larve die Weiterentwicklung der Galle unterbleibt, und diese also von der ständigen Beeinflussung durch die lebende Larve abhängig ist.

Wir haben also bei der Gallbildung drei Phasen zu unterscheiden:

1. Die Verwundung des Pflanzengewebes bei der Eiablage und die dadurch bedingte Callusbildung,

---

[1]) In unseren bisherigen Lehrbüchern ist die Zweinamigkeit meist noch beibehalten; so wird z. B. die aus der bekannten Kartoffelgalle schlüpfende „agame Generation" als *Teras terminalis* F. und die entsprechende zweigeschlechtliche Generation als *Biorrhiza pallida* Ol. aufgeführt usw.

[2]) Eine gute Übersicht findet sich bei Kieffer (1914) und Böhner (1933).

2. die Auflösung des Wundgewebes (unter dem Einfluß eines vom Ei oder der Larve ausgeschiedenen Giftstoffes) und Einsinken der Larve in das „Lysenchym", und
3. die eigentliche spezifische Galldifferenzierung unter dem ständigen Einfluß der sich entwickelnden Larve.

Vorbedingung für die Entstehung der Gallen ist ein wachstumfähiges Gewebe. Darum findet die Eiablage gewöhnlich in ganz junge eben im Aufbau begriffene Organe oder Organteile der Pflanze statt. Allerdings gibt es auch Fälle, in denen die Gallen in bereits fertig gebildeten oder sogar im Absterben begriffenen Organen sich entwickeln. So entsteht die Galle von *Trigonaspis renum* Gir. an Eichenblättern erst Monate nach der Eiablage, nicht selten erst dann, wenn das Blatt sich schon zu verfärben beginnt, und auch die Gallen von *Rhodites rosae* L. und *mayri* Schlt. wachsen noch weiter, wenn das Blatt längst fertig gebildet ist; ja die Linsengalle *Neuroterus lenticularis* Ol. schwillt noch an und wölbt sich noch zusehends, wenn das Eichenblatt schon abgefallen ist. In solchen Fällen müssen wir annehmen, daß sich bildungsfähiges merostematisches Gewebe in der Nähe der fressenden Larve erhalten hat.

In der Regel entstehen die Gallen der verschiedenen Arten bzw. Generationen stets auf der gleichen Pflanzenart und auf den gleichen Pflanzenorganen[1]). Es ist keine Cynipiden-Art bekannt, welche Gallen auf Pflanzen von verschiedenen Gattungen erzeugen kann. Dagegen gibt es manche, welche auf Pflanzen derselben Gattung, aber von verschiedenen Arten, Gallen hervorrufen können.

So erhielt Kieffer Gallen von *C. quercus-tozae* von 9 verschiedenen *Quercus*-Arten, und die Gallen von *Rhodites rosae* sogar von etwa 2 Dutzend *Rosa*-Arten. Es scheinen auch örtliche Verschiedenheiten in dieser Beziehung vorzukommen; die Gallen von *Pediaspis aceris* konnte Kieffer bei Bitsch (Lothringen) stellenweise massenhaft auf *Acer pseudoplatanus* feststellen, niemals aber auf *Acer platanoides*, obwohl sie anderswo auch auf dieser Art vorkommen. Bei manchen Arten ist der Generationswechsel mit Wirtswechsel verbunden, wie bei *Cynips calicis* Burgsd., deren Generationen abwechselnd auf der Stieleiche und auf der Zerreiche vorkommen.

Daß die Gallbildung jeder Art an ein ganz bestimmtes Organ gebunden ist, ist tausendfältig festzustellen. Gallen, die auf den männlichen Blüten der Eiche vorkommen, entwickeln in der Regel sich nicht auf den weiblichen Blüten, ebenso nicht an Blättern, Wurzeln usw. und umgekehrt. „Man bemerkt sogar, daß eine Cynipiden-Art nicht nur ein bestimmtes Organ, z. B. eine Eichenknospe zur Eiablage erwählt, sondern auch eine Knospe von bestimmter Gestalt. So z. B. werden die Gallenmütter von *Diplolepis taschenbergi, D. similis, Trigonaspis megaptera*

[1]) Es können sich an einem und demselben Organ gleichzeitig verschiedene Gallen bilden. Adler beobachtete folgenden Fall: Die Galle von *Andr. fecundator* Htg. bildet sich Juni/Juli; anfänglich erkennt man sie nur an einer Vergrößerung der betreffenden Knospe. Um diese Zeit fliegt *Andricus curvator* Htg., der seine Eier auch in Knospen legt. Beim häufigen Vorkommen der *fecundator*-Gallen kommt es nun gar nicht selten vor, daß *A. curvator* auch ein Ei in die gleiche Knospe legt, schon aus dem Grund, weil der Stachel in die sich aufblähende Knospe leichter eindringt. Und so entstehen an der Basis der reifen *fecundator*-Galle zwischen den Knospenschuppen die *curvator*-Gallen. Da die *curvator*-Gallen wegen ihrer Kleinheit leicht übersehen werden können, so können bei Zuchten die aus diesen ausschlüpfenden Wespen irrtümlicherweise für die Erzeuger der *fecundator*-Gallen gehalten werden.

ihre Eier nur den sogenannten schlafenden Knospen (Cryptoblast) anvertrauen, d. h. solchen, die sich unter normalen Umständen nicht öffnen, und die, nach H a r t i g , durch Zeiträume von mehr als 100 Jahren in dem ursprünglichen Zustand verharren können, bis Krankheit oder gewaltsame Verletzung des Baumes sie zu Triebbildungen bringt. Andere dagegen suchen eine Winterknospe (Macroblast) auf, d. h. eine solche, die im Frühjahr treiben soll, und zwar erwählen die einen schwächere Knospen, wie die Gallenmutter von *B. pallida,* die anderen aber Knospen mit starker Vegetationskraft, wie z. B. *Neuroterus lenticularis.* Andere wiederum bevorzugen Sommerknospen, d. h. solche Großtriebknospen, die an einem Frühjahrstrieb gebildet worden sind, so *Cynips kollari*" (K i e f f e r).

Es kann auch vorkommen, schreibt B e i j e r i n c k, daß Arten, „welche gewöhnlich in Winterknospen Eier legen, bisweilen im Frühjahr so spät aus ihren Gallen herauskommen, daß die Winterknospen schon alle geöffnet sind; durch solche Tiere werden dann Sommerknospen in Anspruch genommen, die einen Johannistrieb bringen sollen, und daraus erklärt sich, daß man eine *A. curvator-, A. noduli-, D. tricolor-*Galle ausnahmsweise am Sommertrieb finden kann".

„Die allgemeine Regel ist nicht ohne Ausnahmen. Die Gallen von *Neur. baccarum,* welche gewöhnlich auf der Spreite der Eichenblätter vorkommen, können auch an den übrigen aus einer Knospe entwickelten Organen beobachtet werden, so nämlich an den Blattstielen, an der Zweigrinde, an den Nebenblättern, an den Blütenkätzchen, und zwar sowohl am Kätzchenstiel als auch am Blütenboden, an Blütenblättern und Staubfäden; an den weiblichen Blüten sind sie bisher nicht beobachtet worden. Ebenso können die Gallen von *Andr. testaceipes* nicht nur an der Rinde, sondern auch am Blattstiel und an der Mittelrippe erzeugt werden; die von *Rhod. rosae* kommen auch auf Blättern und ausgewachsenen Früchten der Rosensträucher vor; die von *Rhod. mayri* werden auch als Deformation des Kelches, des Samens und verschiedener Blütenteile beobachtet; die von *Rh. eglanteriae* sind nicht selten auch an der Rinde, am Blattstiel, selten an einem Dorn zu treffen. Eine Galle kann sogar das Substrat einer anderen Galle werden. So tragen nicht selten die moosartigen Auswüchse der Bedeguare die Gallen von *Rh. eglanteriae* und *Rh. spinosissimae*; zwischen den Schuppen der Galle von *Andr. fecundator* bilden sich oftmals Gallen von *Andr. collaris,* auf den von *Andr. inflator* erzeugten Schwellungen sind Gallen von *Andr. callidoma* und *Andr. gemmatus* beobachtet worden" (K i e f f e r).

B a u d e r G a l l e n

Der histologische Bau der Gallen zeigt im einzelnen große Verschiedenheiten, doch läßt sich deutlich ein gemeinsamer Grundplan erkennen. Im allgemeinen können vom Zentrum der Galle ausgehend, folgende 4 Schichten unterschieden werden: 1. die N ä h r s c h i c h t, 2. die H a r t - (oder Schutz-) S c h i c h t, 3. die G a l l e n r i n d e (Parenchymgewebe) und 4. die E p i d e r m i s (Abbild. 380).

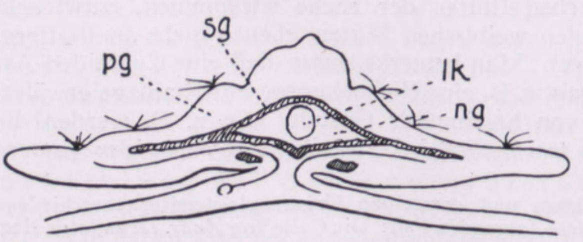


Abb. 380. Durchschnitt der Linsengalle von *Neuroterus lenticularis.* lk Larvenkammer, ng Nährgewebe, pg Parenchymgewebe, sg Schutzschicht (Hartschicht). Nach F o c k e n (aus K i e f f e r)

Die N ä h r s c h i c h t, die die Larve unmittelbar umgibt, und also die innerste Zone der Gallwand darstellt, besteht meist nur aus verhältnismäßig wenigen Lagen von dünnwandigen, rundlichen oder längsgestreckten kleinen Zellen, die durch ihren reichen Gehalt an Eiweißverbindungen und

fettem Öl ausgezeichnet sind. Auch Stärke kommt, wenn auch nicht immer, in der Nährschicht vor, doch nur in deren äußersten Lagen. Wenn die innersten Zellen dieses „primären Nährgewebes" von der Larve allmählich abgeweidet sind, wachsen in jungen Gallen die unversehrt gebliebenen Zellen nach und es sammelt sich in ihnen auch Eiweiß und Öl an. Letztere Substanzen gehen aus Reservestoffen hervor, welche in den äußeren Lagen der Nährschicht (oder auch in den innersten Schichten der Gallenrinde) frühzeitig abgelagert werden.

In manchen Fällen kommen in den jüngeren Entwicklungsstadien eigenartige für die betreffende Art charakteristische Wandverdickungen zustande. Diese bestehen anfangs aus reiner Zellulose; später tritt Verholzung ein. Wenn das primäre Nährgewebe zu Ende geht, werden diese Wandverdickungen nach Beijerinck und Weidel aufgelöst und ebenso wie alle etwa vorhandene Stärke, Zucker usw. zur Bildung eines „sekundären Nährgewebes" verwendet, das der Larve bis zum Schluß als Nahrung dient (Ross).

Auf die Nährschicht folgt nach außen meist eine Zone dickwandiger, mehr oder weniger verholzter Zellen, welche lückenlos aneinander schließen und diesem Gallenteil eine besondere Festigkeit und Härte geben (Abb. 397 C). In der Annahme, daß durch diese harte Zone das Einbringen von Parasiteneiern erschwert wird, wird diese Schicht vielfach als Schutzschicht (Abb. 380 sg) bezeichnet. Da aber gerade solche Gallen, in denen diese Schicht besonders stark ausgebildet ist, oft reichlich von Parasiten heimgesucht sind, schlägt Ross die indifferente Bezeichnung „Hartschicht" vor[1]). Ihre Farbe bleibt stets weißlich, auch dann, wenn die anderen Gewebe ihre Färbung geändert haben. Übrigens kommt durchaus nicht allen Gallen eine Hartschicht zu.

Die Gallenrinde oder das Parenchymgewebe zeigt sowohl bezüglich der Ausdehnung als auch der Zusammensetzung und Konsistenz große Verschiedenheiten. Bald ist das Parenchym härter, bald schwammig (Abb. 397 B, sch), bald saftig und chlorophyllhaltig usw.[2]). Mitunter geht es ohne scharfe Trennung (durch eine Hartschicht) direkt in das Nährgewebe über; in solchen Fällen wird auch das Parenchym von der Larve zum Teil mit aufgezehrt, so daß die Rindenschicht bei alten Gallen sehr dünnwandig wird.

Die Epidermis endlich, welche die Galle außen umkleidet, besteht aus Zellen, die an Gestalt den Epidermiszellen der übrigen Pflanzenteile ähnlich sind (Abb. 397 B, e).

Die beiden ersten Schichten bilden zusammen den Teil der Galle, der auch als „Innengalle" bezeichnet wird (Abb. 403), gegenüber der „Außengalle", die aus Parenchymgewebe und Epidermis besteht. Die Trennung in Innen- und Außengalle ist durchaus nicht überall scharf ausgeprägt, am deutlichsten dort, wo sich um die Hartschicht herum ein schizogener Hohlraum im Parenchymgewebe bildet (s. Abb. 403) und die Innengalle frei in diesem liegt, am wenigsten deutlich dort, wo das Parenchymgewebe direkt in das Nährgewebe übergeht.

---

[1]) Für manche Gallen ist nachgewiesen, daß die Zellwandverdickungen schließlich, wenn die eigentliche Nährschicht aufgebraucht ist, durch Umbildung zur Ernährung der Larve dienen können.

[2]) Lacaze-Duthiers hat auf Grund der Verschiedenheit der Gallenrinde die Gallen in 5 Gruppen eingeteilt.

Die meisten Gallen sind „e i n k a m m e r i g", d. h. enthalten nur eine Larvenkammer mit einer Larve. Wo aber vom ♀ eine größere Anzahl Eier zugleich an einer Stelle abgelegt werden, entstehen „v i e l k a m m e r i g e" Gallen, die entsprechend der Anzahl der Kammern durch besondere Größe auffallen (*Biorrhiza pallida* Ol.; s. Abb. 408). Es können auch einkammerige Gallen so miteinander verschmelzen, daß sie auf dem Durchschnitt den vielkammerigen Gallen gleichen (Abb. 394 u. 395).

B e d e u t u n g d e r G a l l e f ü r d i e E r z e u g e r

Die Gallwespen finden in den von ihnen erzeugten Gallen einmal die nötige N a h r u n g und sodann einen mehr oder weniger wirksamen S c h u t z gegen Feinde und Witterungseinflüsse. Über die von den Gallen dargebotene Nahrung ist oben bei Besprechung der Nährschicht einiges gesagt. Was die Schutzfunktion betrifft, so besteht diese zunächst in dem Bau der Gallen, wie in der mächtigen Entwicklung des Parenchymgewebes, zum Teil auch in der Hartschicht, in der durch einen Hohlraum isolierten Innengalle, in den mehr oder weniger dichten und oft stacheligen Anhangsgebilden der Oberfläche usw. Auch der Gerbstoffgehalt der Gallen bildet einen Schutz gegen Gefressenwerden von Vögeln usw. B e i j e r i n c k beobachtete, daß Hühner wohl die auf dem Boden liegenden Gallen von *Dipl. quercus-folii* und *B. pallida* anpickten, sie aber sogleich wieder fallen ließen [1]). Als Schutzvorrichtung ist auch die Ausscheidung eines klebrigen Saftes anzusehen, der manche Gallen überzieht: in dem Klebstoff trifft man nicht selten parasitische Micro-Hymenopteren und andere Feinde verklebt und tot an. Auch die Eigenschaft, daß manche Gallen noch vor der Reife sich ablösen und zu Boden fallen, wo sie vom Laub bedeckt werden, kann im Sinne einer Schutzeinrichtung gedeutet werden.

Über die Bedeutung der Galle für die Pflanze, über die in der neueren Zeit verschiedene Ansichten geäußert wurden, wird bei den Aphiden-Gallen einiges gesagt.

D i e F e i n d e d e r G a l l w e s p e n

Als Hauptfeinde der Gallwespen kommen p a r a s i t i s c h e H y m e n o p t e r e n, hauptsächlich aus der Familie der C h a l c i d i d e n, sodann, wenn auch weniger, aus den Familien der I c h n e u m o n i d e n, B r a c o n i d e n und P r o c t o t r u p i d e n in Frage, dann auch z o o p h a g e C y n i p o i d e a. Die Chalcididen und Proctotrupiden legen ihre Eier stets außen auf den Körper der Gallwespenlarve; ihre Larven leben also ektoparasitisch. Mitunter findet man übrigens die Larven auch an den Puppen oder sogar an den Imagines der Gallwespen. K i e f f e r fand einmal in einer Galle ein Dutzend *Pteromalus*-Larven, welche die vollständig ausgebildete, aber getötete und zum Teil ausgefressene Gallwespe bedeckten. Ähnliches wurde auch von M a y r beobachtet.

Wie ungemein häufig trotz der Schutzvorrichtung die Parasiten vorkommen können, geht aus einer Mitteilung K i e f f e r s (1914) hervor, wonach einmal aus mehreren hundert Gallen von *Dipl. quercus-folii* nicht eine einzige Gallwespe, sondern nur Parasiten gezogen wurden.

---

[1]) Man findet bisweilen auch von Meisen angepickte Gallen.

Auch die Zahl der bei Cynipiden parasitierenden Schlupfwespen-Arten ist sehr groß. Kieffer (1899) führt in seiner „Zusammenstellung der aus Cynipiden gezogenen Chalcididen" nicht weniger als 170 verschiedene Arten an, von denen allein rund 30 Arten bei *Biorrhiza pallida* Ol., den Erzeugern der großen Eichäpfel, gefunden wurden. Die meisten der aufgezählten Arten parasitieren bei einer ganzen Reihe von Gallwespen, so wurde z. B. *Torymus regius* Ns. aus 23, und *Eurytoma rosae* Mayr sogar aus 70 verschiedenen Cynipiden (einschließlich der verschiedenen Generationen) gezogen.

Nach Fahringer sind die Arten mit langen Bohrern (Toryminen) fast ausschließlich Schmarotzer der Gallenerzeuger selbst, z. B. die Gattungen *Torymus* und *Ormyrus*. Die kleineren Arten mit kurzem Bohrer sind aber zumeist Parasiten der verschiedenen Einmieter, die nahe der Oberfläche im Gallenparenchym leben und einer Infektion leicht zugänglich sind.

Forstliche Bedeutung

So sehr die Gallen in unseren Eichenwäldern durch Form, Größe und nicht selten auch durch die ungeheuren Mengen, in denen sie auftreten, auffallen, so gering ist im allgemeinen der Schaden, den sie an den von ihnen besetzten Pflanzen verursachen. Es gibt nur verhältnismäßig wenig Arten, die durch die Erzeugung von Gallen empfindlicher schädlich werden oder gar zum Absterben der Pflanzen führen können. Letzteres trifft eigentlich nur für eine Art zu, nämlich für *Andricus testaceipes* Htg., deren ♀♀ Generation Rindengallen am Wurzelhals junger Pflanzen hervorrufen und dadurch deren Eingehen verursachen kann. Sonst können noch die verschiedenen Gallen an Großknospen von *Biorrhiza pallida* Ol., *Andricus inflator* Htg., *Trigonaspis megaptera* Pz. u. a. durch sehr häufiges Auftreten Triebe zum Absterben bringen, und so einen schädigenden Einfluß auf die normale Verzweigung jüngerer Eichenbestände ausüben; während dagegen die aus schlafenden Augen sich bildenden Gallen völlig gleichgültig für das Leben der betreffenden Pflanzen sind, ebenso wie auch die Gallen an den Wurzeln. Und was die Blattgallen betrifft, so ist ihr schädigender Einfluß in praktischer Beziehung kaum nennenswert, wenn auch durch sie die assimilatorische Fläche verkleinert wird und mehr oder weniger Bildungsstoff den umgebenden Teilen entzogen wird[1]). Wenn allerdings die Gallen so häufig auftreten wie in dem unten (Abb. 398) angeführten Fall von *Dipl. quercus-folii,* so wird wohl ein meßbarer Zuwachsverlust nicht ausbleiben.

Andererseits können die Gallen Gegenstand forstlicher Nebennutzung sein. Es handelt sich dabei um stark gerbstoffreiche Gallen, die in der Industrie Verwendung finden können, wie die „Knoppern" und eine Reihe im Orient vorkommender Gallen. Diese werden in einem besonderen Abschnitt noch kurz behandelt werden (S. 407).

[1]) Wenn auch die grünen Gallen als chlorophyllhaltige Organe in geringem Maße selbst assimilieren können, so brauchen sie doch weit mehr Bildungsstoff als sie produzieren. Nach Figdor (1918) ist der Stickstoffgehalt der Gallen nur gering, so daß also die Wirtspflanze durch die Gallbildung keine merkliche Entziehung von stickstoffhaltigen Nährstoffen erleiden kann.

Wir werden in der folgenden Darstellung nur die Gallen selbst beschreiben, während wir von einer Beschreibung ihrer Erzeuger, also der einzelnen Wespen, absehen. Wir können dies um so eher tun, als die Gallen von jeder Gallwespen-Art ganz charakteristische Formen aufweisen, die eine sichere Bestimmung ohne weiteres ermöglichen, während andererseits die Bestimmung der Gallwespen selbst eine schwierige Aufgabe ist, die man am besten Spezialisten überläßt.

Übersicht über die häufigeren und auffälligeren Cynipiden-Gallen

An Eichen I
An Ahorn II
An Rosen III

I. An Eichen

An Wurzeln 1
An Knospen oder Triebspitzen 2
An der Sproßachse, aus der Rinde hervorbrechend 12
An den Blättern 15
An den männlichen Blütenständen 28
An dem Fruchtbecher 29

An Wurzeln

1 Meist an den dünneren Wurzeln, bis 1 m unter der Erdoberfläche. Rundlich, bis zu 10 mm groß, einkammerig. Meist zu mehreren miteinander verschmelzend, dann mehrkammerig erscheinend. Wand anfangs fleischig, später holzig und mit rauher Oberfläche (Abb. 409). Reife Herbst.
Biorrhiza pallida Ol. ♀♀ (*aptera* Bosc.) (S. 407).

— Am Grunde älterer Wurzeln oder des Stammes, meist nahe der Oberfläche. Rundlich, bis 70 mm groß, vielkammerig (Abb. 381 u. 382). Anfangs fleischig, später holzig und mit schuppiger Borke. Reife September.
Andricus quercus-radicis F. ♀♀.



Abb. 381. Galle von *Andricus quercus-radicis* F. (♀♀)



Abb. 382. Dieselbe Galle im Durchschnitt

An Knospen oder Triebspitzen

2 Triebspitze keulenförmig oder kugelig verdickt, bis 20 × 10 mm, mit gedrängt stehenden Blättern. In der Mitte eine kleine, oben offene Höhle (Abb. 404). Reife Mai/Juni . . . . . . Andricus inflator Htg. ♀♂ (S. 402).

— Knospengalle 3

3 Knospenschuppen stark vergrößert, eine den Hopfenfrüchten oder Lärchenzapfen ähnliche Galle bildend, „Eichenrosen" (Abb. 401). Reife September, Oktober.
Andricus fecundator Htg. ♀♀ (S. 398).

— Knospenschuppen nicht vergrößert oder (ganz oder teilweise) abfallend . . . 4

4 Galle bis zur Reife mehr oder weniger saftig, fleischig oder schwammig, nach der Reife zusammenschrumpfend, im Frühjahr erscheinend 5

— Galle nur mit fleischiger Außenwand, nach der Reifung nicht zusammenschrumpfend, 2—7 mm groß, rundlich oder länglich, meist bis zur Hälfte oder höher von den nur wenig veränderten Knospenschuppen umschlossen 6

— Galle bei der Reife mit lederartiger oder holziger Wand. Größer, 10—40 mm . 8

5 Große (bis 40 mm), apfel- oder kartoffelähnliche, schwammige, ziemlich weiche, gelbliche, später bräunliche Galle, „Eichapfel". Bisweilen schwache Andeutung von Knospenschuppen am Grunde. Vielkammerig (Abb. 408). Reife Juni.
Biorrhiza pallida Ol. ♀♂ (S. 406).

— Erbsengroße (bis 7 mm) rote oder weißliche, kugelige, dickwandige und sehr saftige Galle. Einkammerig. An schlafenden Knospen dicker Stämme oder an Stockausschlägen . . . . Trigonapsis megaptera Pz. ♂♀ (S. 404).

6 Galle kahl, mehr oder weniger in die Knospe versenkt 7

— Galle dicht kurz sammetartig behaart, eiförmig, bis 3 mm hoch, anfangs rot, später dunkelviolett; frei oder am Grunde von Knospenschuppen umgeben (Abb. 399). Reife Mai.
Diplolepis quercus-folii L. ♀♂ *(taschenbergi* Schlecht.) (S. 393).

7 Galle bei der Reife braun, zitronenförmig, bis 4 mm lang, hart, kahl; unterhalb der dunkleren Spitze ein weißlicher, schwacher, gürtelförmiger Ring. Einzeln oder zu mehreren in einer Knospe. Fast ganz in der Knospe versenkt. Reife September, abfallend im Oktober.
Andricus curvator Htg. ♀♀ *(collaris* Htg.) (S. 400).

— Galle grün, rundlich, bis 4,5 mm, an der Spitze eine gelbliche oder rötliche Warze. Zur Hälfte in der Knospe eingeschlossen. Außenwand später netzartig gefurcht. Reife Oktober . . Andricus inflator Htg. ♀♀ *(globuli* Htg.) (S. 402).

8 Oberfläche glatt, höchstens mit schwachen Leisten oder Höckern 9

— Oberfläche mit kräftigen Höckern oder Kanten 10

9 Bis 28 mm groß, kugelig, glatt oder mit ganz schwachen Höckern oder Warzen; anfangs grün und kurz behaart, später bräunlichgelb, kahl; einkammerig. Entsteht seitlich an der Achse einer Knospe, die sich normal entwickelt (Abb. 410 A). Reife August, September.
Cynips kollari Htg. (S. 409).



Abb. 383. Galle von *Cynips conglomerata* Gir. Abb. 384. Gallen von *Cynips quercus-tozae* Bosc.

Abb. 385. Galle von *Diplolepis longiventris* Htg. ♀♀

Abb. 386. Gallen von *Diplolepis agama* Htg. ♀♀

Abb. 387. Gallen von *Diplolepis divisa* Htg. ♀♀

Abb. 388. Gallen von *Neuroterus numismalis* Four. ♀♀. Vergr.



Abb. 389. Gallen von *Neuroterus quercusbaccarum* L. ♀♀ (*lenticularis* Ol.). Vergr.

— Bis 10 mm groß, rundlich oder birnförmig. Anfangs grün, später bräunlich. Meist an den Seitenknospen und zu mehreren, dann sich gegenseitig abflachend (Abb. 383). Reife Herbst . . . . Cynips conglomerata Gir.

10 Höcker regelmäßig über die Oberfläche verteilt. Galle bis 40 mm groß, rundlich oder mehr oder weniger becherförmig, mit etwas ausgezogener Spitze; in einiger Entfernung davon ein gürtelartiger Kranz von kleineren oder größeren Höckern (Abb. 384). Bräunlich, mit mehr oder weniger silbergrauem Überzug. Reife Herbst . . . . Cynipsis quercus-tozae Bosc.

— Höcker unregelmäßig verteilt 11

11 Bis 25 mm, mit stark entwickelten Höckern, welche durch vorspringende Kanten ein unregelmäßiges Netz bilden (Abb. 410 b). Bräunlich, Wand schwammig, im Innern eine große Höhlung mit kurz gestielter Innengalle. Reife Herbst. Cynips hungarica Htg.

— Bis 20 mm, mit warzenartigen Höckern, bräunlich, hart und holzig (Abb. 410 d). Reife Herbst . . . . Cynips gallae-tinctoriae Ol.

An der Sproßachse

12 Anschwellungen an diesjährigen Sproßachsen 13

— Verschieden gestaltete Gallen an mehrjährigen Sproßachsen, seltener an alten Stämmen oder an Stockausschlag; oft unter Moos usw., seltener unter der Erde 14

13 Sproßachse an der Spitze verkürzt und keulig angeschwollen (bis 20 × 10 mm) (s. oben unter 2) . . . . Andricus inflator Htg. ♀♂.

— Flache, bis 2 mm große Knötchen, meist zu mehreren, am Grunde der einjährigen, mehr oder weniger verkürzten und verdickten Sproßachse. Andricus quercus-radicis F. ♀♂ (*trilineatus* Htg.).

14 Rundlich, bis 70 mm groß, vielkammerig. Am untersten Teil alter Stämme oder unter der Erde (s. oben, unter 1, Abb. 381). Andricus quercus-radicis F. ♀♀.

— Breit kegelförmig, nach oben verjüngt, bis 6 mm hoch. Meist gehäuft in der Gegend des Wurzelhalses an jungen Stämmchen. Anfangs rötlich, später braun und längsgefurcht (Abb. 405). Reife Herbst. Andricus testaceipes Htg. ♀♀ (*sieboldi* Htg.) (S. 402).

An den Blättern

15 Anschwellung des Blattstiels oder der Nerven 16

— Gallen von bestimmter Gestalt an der Blattfläche 17

16 Anschwellung länglich, unregelmäßig, mehrkammerig; seltener knotig und einkammerig (Abb. 405C). Andricus testaceipes Htg. ♀♂ (S. 403) und Andricus quercus-radicis F. ♀♂ (*trilineatus Htg.*).

— Anschwellung beiderseits mehr oder weniger halbkugelig hervortretend, bis 5 mm groß (Abb. 402) . . . . Andricus curvator Htg. ♀♂

17 Nur in einem Punkt angeheftet 18

— Mit breitem Grund aufsitzend 26

18 Rundlich, länglich oder flach nierenförmig 19

— Linsen- oder scheibenförmig 23

19 Galle flach nierenförmig, hellgrün oder rötlich, meist zu mehreren in Reihen an Seitennerven, unterseits (Abb. 406). Reife Oktober. Trigonaspis megaptera Pz. ♀♀ (*renum* Htg.).

— Galle rundlich oder eiförmig 20

20 Reife Galle 20 mm und mehr. Wand bis zur völligen Reife sehr saftig und fleischig. Gelblich mit roten Backen. Oberfläche glatt oder mit zerstreuten Wärzchen, nach der Reife zusammenschrumpfend. Sitz der Galle blattunterseits. „Gallapfel" (Abb. 396 u. 398). Reife September. Diplolepis quercus-folii L. ♀♀ (S. 393).

— Galle höchstens 10 mm, Wand der reifen Galle nicht fleischig, bei völliger Entwicklung trocken, nach der Reife nicht zusammenschrumpfend 21

21 Gelblich, mit meist roten, seltener grünlichen, unregelmäßigen konzentrischen Binden. Galle 8—10 mm Durchmesser, kugelig, hart, dickwandig. Reife Oktober (Abb. 385) . . . . Diplolepis longiventris Htg. ♀♀.

— Ohne konzentrische Binden 22

22 Eiförmig, am Grunde abgeflacht und der Blattfläche angedrückt, bis 4 mm lang. Anfangs gelblich weiß, später bräunlich, fast glanzlos. Kahl, glatt oder schwach höckerig. Wand hart und dünn (Abb. 386). Reife September.
Diplolepis agama Htg. ♀♀.
— Ziemlich kugelig, oben und unten schwach zusammengedrückt, fast holzig, Größe bis 8 × 6 mm, gelb oder bräunlich, mehr oder weniger rot angelaufen, an Mittel- und Seitennerven. Wand weniger dick als der Durchmesser der Kammer (Abb. 387). Reife Herbst . . . . Diplolepis divisa Htg. ♀♀.
23 Die verhältnismäßig dicke, scheibenförmige Galle auf der Oberseite in der Mitte stark vertieft. Bis 3 mm Durchmesser und über 1 mm hoch; anfangs flach, später mit wulstartigem Rand. Mit anliegenden, braunen, radial angeordneten Haaren dicht bedeckt (Abb. 388). Reife Oktober.
Neuroterus numismalis Fourc. ♀♀.
— Mitte der Galle nicht vertieft 24
24 Oberseite behaart, in der Mitte deutlich, kegelig erhöht, mit dichten Sternhaaren, meist blattunterseits und meist sehr zahlreich 25
— Oberseite kahl, selten schwach behaart, flach mit einem Wärzchen in der Mitte, auf beiden Blattflächen. Durchmesser bis 5 mm. Radial gestreift, Rand bisweilen 3- oder 4lappig, am Rand etwas aufgebogen, rot, seltener weiß (Abb. 400G u. H). Reife September. Neuroterus albipes Schck. ♀♀ (*laeviusculus* Schck.).
25 Bis 6 mm Durchmesser, bräunlich gelb, Rand flach, gegen die Mitte allmählich stark erhöht (Abb. 389 u. 400 A). Am Rande weiß gefleckt. Reife Oktober.
Neuroterus quercus-baccarum L. ♀♀ (*lenticularis* Ol.)
— Bis 3 mm, kaum 1 mm hoch, braungelb oder rötlich, mit stumpfem, etwas aufgebogenem Rand, ohne weiße Flecke. Oberseite mit zerstreuten großen, rostbraunen Sternhaaren (Abb. 400 K u. L.). Reife Spätherbst.
Neuroterus tricolor Htg. ♀♀ (*fumipennis* Htg.).
26 Die kleinen zarten Gallen befinden sich in mehr oder weniger tiefen Ausbuchtungen des Blattrandes.
Hierher die kleine dünnwandige, 2 mm lange, grünliche oder gelbliche Galle von Neuroterus albipes Schck. ♀♂ und die bis 5 mm lange walzige, grünliche oder rötliche dünnwandige Galle von Diplolepis divisa Htg. ♀♂ (*verrucosa* Schlecht.).
— Die Gallen sitzen mit breitem Grunde auf der mehr oder weniger gehemmten und gekrümmten Blattfläche 27
27 Galle bis 5 mm auf beiden Seiten der Blattfläche halbkugelig hervortretend; oft zu mehreren verwachsen, die Blattfläche mehr oder weniger verunstaltend (Verkräuselungen und Verkrümmungen) (Abb. 402). Reife Mai, Juni.
Andricus curvator Htg. ♀♂.
— Galle zum größten Teil unterseits vorragend, oberseits nur als konvexe Scheibe erscheinend. Weinbeerartig, durchscheinend, glatt, sehr saftig. Auch an Blütenkätzchen und an Trieben (Abb. 390). Reife Mai, Juni.
Neroterus quercus-baccarum L. ♀♂ (S. 396).

An männlichen Blütenständen

28 Hierher die weinbeerartigen kugeligen Gallen von Neuroterus quercus-baccarum L. ♀♂ (Abb. 390). Ferner die Baumwollballen ähnlichen Gallbildungen (aus 10—20 Einzelgallen bestehend) von Andricus quercus-ramuli L. ♀♂ (Abb. 391) und die 2 mm lange, eiförmig zugespitzte, mit weißlichen Haaren besetzte Galle von Andricus fecundator Htg. ♀♂ (*pilosus* Adl.) (S. 398).

Am Fruchtbecher

29 Galle mit stumpf-zackigen Längskielen, die fast flügelartig bis zum Grunde herablaufen und mehr oder weniger ausgebreitet den Fruchtbecher umfassen. Anfangs grün und klebrig, später braun, hart und trocken. Scheitel mit runder Öffnung, innen hohl mit 2 Räumen, am Grunde der unteren Höhlung die bis 3,5 mm große Innengalle. Die Galle, die bis 20 mm hoch und 25 mm breit wird, entsteht am Anfang des Sommers im Grunde des Bechers zwischen diesem und der Frucht, die sich entwickelt oder verkümmert (Abb. 410 a).
Cynips quercus-calicis Burgsd.[1])

---

[1]) Ist die ♀♀-Generation von *Andricus cerri* Beij. (s. Beijerinck, 1869) und Wimmer (1922).

— Galle mit zahlreichen fadenförmigen (bis 45 mm lang!), mehr oder weniger gekrümmten und verzweigten Fortsätzen. Im Innern eine kleine Scheibe, auf deren Mitte die nur an einem Punkt befestigte Innengalle liegt. Meist zu mehreren und dann bis zu 10 cm große Massen bildend (Abb. 392). Reife Herbst.
C y n i p s c a p u t - m e d u s a e Htg.



Abb. 391. Gallen an männlichen Blütenständen von *Andricus quercus-ramuli* L. ♀♂ (a). Die beiden beerenförmigen Gallen (rechts unten) *Neuroterus quercus-baccarum* L. ♀♂ (b. Nach Ross-Hedicke

Abb. 390. Gallen an männlichen Blütenständen von *Neuroterus quercus-baccarum* L. ♀♂

II. An Ahorn

An Ahorn kommt nur 1 Cynipiden-Art als Gallenerzeuger vor: An Wurzeln rundliche bis 8 mm große, einkammerige bräunliche Gallen, meist zu vielen gedrängt beieinander, anfangs fleischig, später holzig.
P e d i a s p i s a c e r i s F ö r s t. ♀♀ (*sorbi* Tischb.).

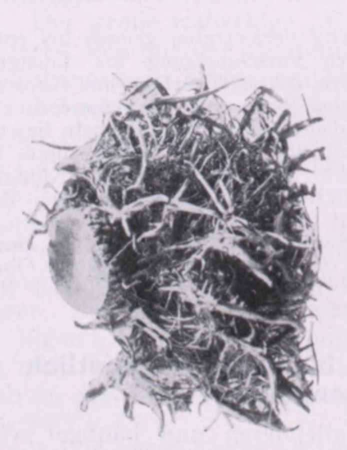
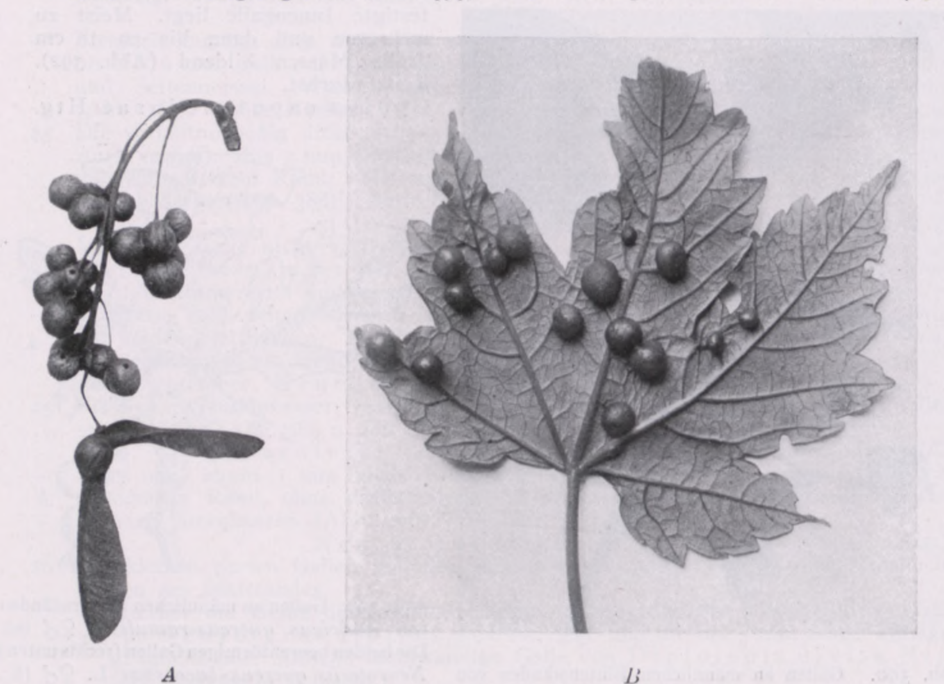




Abb. 392. Zwei Gallen von *Cynips caput-medusae* Htg.

An Blättern, Blattstielen, an der Rinde junger Zweige und an Blüten kugelige, bis 8 mm große, einkammerige, dünnwandige, meist kahle Gallen, gelblich oder mehr oder weniger gerötet (Abb. 393) . Pediaspis aceris Först. ♀♂.



A B

Abb. 393. Gallen von *Pediaspis aceris* Först. ♀♂. A an Früchten, B an Blättern

Sind die Gallen von Einmietern befallen, so sind sie in der Regel größer und nehmen meist unregelmäßige, oft zackige Gestalt an.

III. An Rosen

An Rosen kommen etwa 1/2 Dutzend Cynipiden-Gallen vor, von denen einige durch ihre Größe und Form sehr auffällig werden können. Ohne Heterogonie, meist rein parthenogenetisch, ♂♂ sehr selten.

Rhodites rosae L. Galle mit moosartig verzweigten grünen bis roten fadenförmigen Fortsätzen. Sie können durch Verschmelzung bis faustgroß werden und sind dann vielkammerig. An Blättern, Blüten, Früchten und Knospen. „Bedeguar", „Schlafapfel" (Abb. 394). Auf vielen Rosenarten vorkommend.

Rhodites mayri Schlecht. Galle dicht mit kurzen Stacheln besetzt, selten ganz oder teilweise glatt, erbsengroß und einkammerig, oder walnuß- bis apfelgroß und dann vielkammerig, holzig und sehr dickwandig. Oft zu Klumpen verwachsen. An allen Blattorganen, Kelchblättern, Blüten oder Früchten. Auf vielen Rosenarten (Abb. 395).

Die übrigen Gallen sind unauffälliger, etwa erbsengroß, entweder mit einem Kranz von Fortsätzen (Rhodites rosarum Gir.) oder mit glatter Oberfläche (ohne Fortsätze) wie Rhodites spinosissimae Gir. und Rh. eglanteriae Htg.

Die Entwicklung einiger besonders häufiger und forstlich beachtenswerter Eichengallen

Es werden hier eine Reihe der auffallenderen und häufiger vorkommenden Eichengallen eingehender beschrieben nach ihrer Entwicklung

und ihrem Bau [1]), um die verschiedenartigen Typen zu zeigen, die bei den Cynipiden-Gallen vorkommen.



Abb 394. Gallen von *Rhodites rosae* L. (Bedeguar, Schlafapfel)



Abb. 395. Gallen von *Rhodites mayri* Schlecht.

Diplolepis quercus-folii L.

♀♀: Blattgalle, Gallapfel.
♀♂: Knospengalle (*Diplolepis taschenbergi* Schlecht.).

B l a t t g a l l e (♀♀)

Der große rotbackige „E i c h e n g a l l a p f e l", der einzeln oder zu mehreren sich auf der Blattunterseite findet, ist eine unserer auffallendsten und bekanntesten Pflanzengallen (Abb. 396). Sie ist vermittels eines sehr kurzen Stieles an dem Hauptnerv oder an stärkeren Seitennerven befestigt; auf der Oberseite des Blattes ist, abgesehen von der Verfärbung nichts von der Galle wahrzunehmen. Die Entwicklung des Gallapfels beginnt etwa im Juli. Er entsteht an den noch im Wachstum begriffenen Blättern des Johannistriebes. Anfangs ist diese Galle grünlich, später mehr gelblich und auf der dem Lichte zugewandten Seite oft lebhaft rot gefärbt. Im Spätsommer erreicht sie die Reife, und mißt dann bis 2 cm und mehr im Durchmesser. Ihre Gestalt ist nahezu kugelig. Die Oberfläche ist, besonders in der Jugend, mit kleinen stumpfen Höckerchen besetzt. Die Gallen lösen sich nicht vom Blatte los, bleiben daher entweder mit dem vertrocknenden Laub an der Pflanze oder fallen mit den abgeworfenen Blättern zu Boden.

---

[1]) Wir folgen hierbei vielfach der ausgezeichneten Darstellung in dem Praktikum der Gallenkunde von R o s s (1932).



Abb. 396. Eichengalläpfel von *Diplolepis quercus-folii* L. Die kleinen Gallen sind vertrocknet. Nach Ross

„Ein medianer Schnitt durch einen jungen, aber vollkommen ausgewachsenen Eichengallapfel zeigt in der Mitte die kugelige Larvenkammer, deren Durchmesser etwa $^1/_{10}$ der ganzen Galle beträgt (Abb. 397 A). Die kleinzellige und dünnwandige, mit starker Kutikula versehene Epidermis ist frei von Haaren. Ihre Zellen enthalten zahlreiche Chlorophyllkörner und sind reich an Gerbstoff, der nach innen zu allmählich an Menge abnimmt. Auf den kleinen Höckerchen finden sich bei jungen Gallen eine oder mehrere Spaltöffnungen, die aber bald ihre normale Beschaffenheit verlieren und somit ihre Funktion einbüßen."

„Die Hautmasse der Gallenwand besteht aus dünnwandigen Parenchymzellen, deren äußere Schichten klein und rundlich sind und zunächst dicht aneinanderschließen (Abb. 397 B). Sie enthalten geringe Mengen von Chlorophyllkörnern. Nach innen zu nehmen diese Zellen eine in radialer Richtung immer mehr gesteckte Form an, und die Interzellularräume werden nach und nach größer. Bis zur vollkommenen Ausbildung des Galltiers sind diese Zellschichten reich an Wasser. Sie stehen also unter starkem Turgor, und dadurch erhalten jüngere Gallen ihre Festigkeit. Nach und nach verdunstet das gespeicherte Wasser, und infolgedessen schrumpft die Gallenwand zusammen und zeigt dann eine schwammige Beschaffenheit. Der innere Teil der Galle mit der Larve liegt zuletzt mehr oder weniger isoliert in der lockeren äußeren Gallenwand und ähnelt daher einer Innengalle."

„Die verhältnismäßig kleine Larvenkammer wird von einer typischen, aus mehreren Zellagen bestehenden Nährschicht umgeben. Infolge des Abweidens derselben durch die Larve nimmt die Larvenkammer nach und nach an Größe zu. Außerhalb der Nährschicht, also zwischen dieser und dem lockeren Parenchym der Gallenwand, finden sich mehrere (meist 6—8) Lagen von Zellen, die rundlich oder wenig radial gestreckt sind und an den inneren und den seitlichen Wänden stärkere Ver-

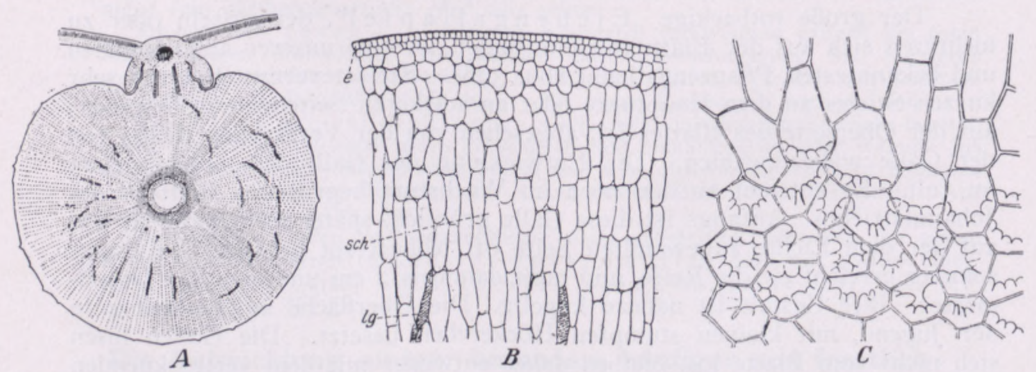


Abb. 397. Eichengallapfel. *A* Längsschnitt durch eine junge Galle 5/1. *B* Schnitt durch den äußeren Teil der Gallenwand eines jungen Gallapfels 40/1; e Epidermis, sch schwammiges Gewebe des mittleren Teiles der Gallenwand, lg Leitungsgewebe. *C* Querschnitt der Hartschicht, die Zellen zeigen starke Verdickung der Innen- und Seitenwände 300/1. Nach Ross

dickungen zeigen (Abb. 397 C), die anfangs aus Zellulose bestehen und später verholzen (Hartschicht).

„Die dickwandige Schicht und das primäre Nährgewebe sind besonders bei jungen, etwa 2—4 mm großen Gallen gut entwickelt. Dieser Zustand wird etwa Mitte Juli erreicht. Ende Juli haben die Gallen einen Durchmesser von 6—7 mm. Zu dieser Zeit enthalten die Zellen mit den verdickten Wänden anfangs reichlich Stärke, später auch Eiweiß und fettes Öl. Nach und nach vergrößern sich infolge von Streckung der Wände die Zellen mit den Verdickungen. Schließlich verschwindet wieder die Verholzung, und die aus Zellulose bestehenden Wandverdickungen werden aufgelöst, und alle organischen Substanzen wandern in das sekundäre Nährgewebe, das nach dem Abweiden des primären Nährgewebes der Larve als Nahrung dient. An alten Gallen sind daher die Wandverdickungen nicht mehr vorhanden" (Ross).

Das Ei wird von der Unterseite her in den Blattnerv gelegt, und die Galle nimmt ihren Ursprung hauptsächlich aus den zunächstliegenden Kambiformzellen des Siebteiles. Als halbkugelige Erhebung durchbricht dann die junge Galle die sie überdeckenden, nicht an der Neubildung beteiligten Zellschichten des Blattnervs und nimmt nach und nach die kugelige Gestalt an. In bezug auf viele Einzelheiten sei auf die eingehenden Mitteilungen von Beijerinck (1882, S. 94) verwiesen. „Im Herbst verpuppt sich die Larve, und von Dezember bis Februar, je nach Temperatur und lokalen Verhältnissen, schlüpft die Wespe aus. Schon längere Zeit vor dem Ausschlüpfen aus der Galle hat sie die Puppenhülle verlassen und nagt einen ihren Körperverhältnissen entsprechenden Gang in radialer Richtung durch die jetzt lockere und trockene Wand der Galle bis zur Außenwand der Epidermis, ohne diese jedoch zu durchbrechen. So wartet sie oft mehrere Wochen den für sie günstigen Zeitpunkt ab, um ins Freie zu gelangen, wozu sie dann nur die Außenwand der Epidermis zu durchstoßen braucht" (Ross).



Abb. 398. Zahlreiche Eichengalläpfel (*Dipl. quercus-folii* L. ♀♀) auf einem Eichenblatt

In welch ungeheuren Mengen die Galläpfel auftreten können (Abb. 398), zeigt folgender Bericht Kieffers (1914): „Im Jahre 1883 traten (bei Bitsch in Lothringen) die Gallen so massenhaft auf, daß die Eichenzweige sich unter ihrer Last neigten. Ein 10 cm langer Zweig trug 5 Blätter mit 28 Gallen, ein anderer, 11,5 cm lang, trug 7 Blätter mit 46 Gallen. An einem einzelnen Blatt wurden 16 Gallen gezählt, dasselbe wog 31,70 g, das Blatt allein 1,72 g; das Gewicht der Gallen allein

war also 18mal so groß als das des Blattes; die bestentwickelten Gallen waren zu 1—8 auf einem Blatt, eine derselben wog 3,5 g, d. h. doppelt soviel wie das Blatt, ein Blatt mit 7 großen Gallen wog 23½ g, das Blatt allein 1½ g, das Gewicht der Gallen betrug also hier das 15fache Gewicht des Blattes." In den folgenden Jahren waren verschiedentlich starke Schwankungen in der Stärke des Auftretens teilweise bis zum völligen Verschwinden zu bemerken, was Kieffer auf die Parasitenwirkung zurückführt.

Knospengalle (♀♂)

Die ausgeschlüpften Wespen sind nur weibliche Tiere, stellen also die parthenogenetische Generation dar. Sie belegen schlafende Augen mit ihren Eiern und erzeugen kleine bis 3 mm lange, eiförmige, an der Spitze abgerundete, anfangs rote, später violettsammetartige, behaarte, am Grunde oft von Knospenschuppen umgebene Knospengallen, die wegen ihrer Unauffälligkeit und Ähnlichkeit mit einer normalen Knospe nicht leicht zu finden sind (Abb. 399). Aus diesen Knospengallen schlüpfen im Mai oder anfangs Juni die Wespen aus, die viel kleiner sind als die der vorhergegangenen aus den Galläpfeln gekommenen Tiere, und die männlichen und weiblichen Geschlechtes sind und also der ♀♂-Generation angehören (früher *D. taschenbergi* Schlecht.). Die Weibchen dieser Generation legen nach der Begattung je ein Ei unterseits in die Blattnerven, und hier entstehen dann die Galläpfel.

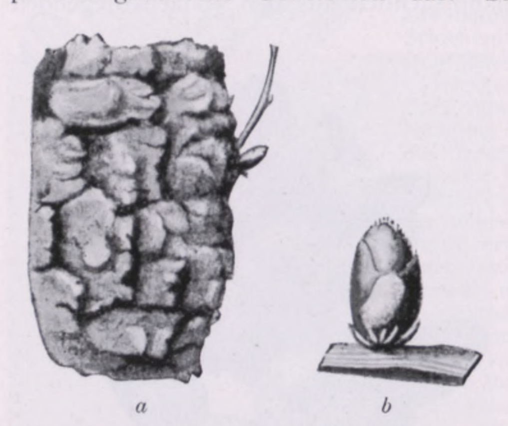


Abb. 399. Knospengalle von *Diplolepis quercus-folii* L. ♀♂. a Galle am Stamm, b dieselbe Galle vergrößert. Nach Ross

Neuroterus quercus-baccarum L.

♀♀: Linsengalle (*Neuroterus lenticularis* Ol.).
♀♂: Kammergalle.

Linsengalle (♀♀)

Im Spätsommer und Herbst findet man Eichenblätter besonders unterseits oft dicht besät mit linsenförmigen Gallen, die mit einem kurzen Stiel einem dünnen Nerv aufsitzen und schließlich gegen den Herbst zu von den Blättern abfallen, den Boden in großen Mengen bedeckend. Die Gallen haben einen Durchmesser bis zu 6 mm und eine Höhe in der Mitte bis zu 2 mm; ihr Rand ist flach, ihre grünlichgelbe oder rötliche Oberseite ist mit anfangs weißen, später roten oder braunen Sternhaaren mehr oder weniger dicht besetzt (Abb. 400). Die der Blattseite anliegende Fläche ist kahl und weißlich; auf der Oberseite des Blattes ist von den Gallen nichts zu bemerken, im Herbst jedoch vergilben die betreffenden Stellen früher.

Ein Medianschnitt durch eine noch junge Galle (noch am Blatt) zeigt eine verhältnismäßig kleine Gallenkammer in der Mitte, von der Larve fast völlig ausgefüllt.

Das Nährgewebe, aus wenig Zellschichten bestehend, zeigt linsenförmige Gestalt, ist also seitlich weiter ausgedehnt. Die das Nährgewebe umgebende Hartschicht von der gleichen Gestalt besteht aus 1—3 Schichten sehr dickwandiger Zellen, die aber stellenweise Übergang zur Nährschicht zeigen (s. Abb. 380). Die Gallenrinde besteht aus dünnwandigen Parenchymzellen mit großen Mengen Stärke. Die Epidermiszellen haben stark verdickte Wände, besonders in der Mitte der kegelförmigen Erhebung.

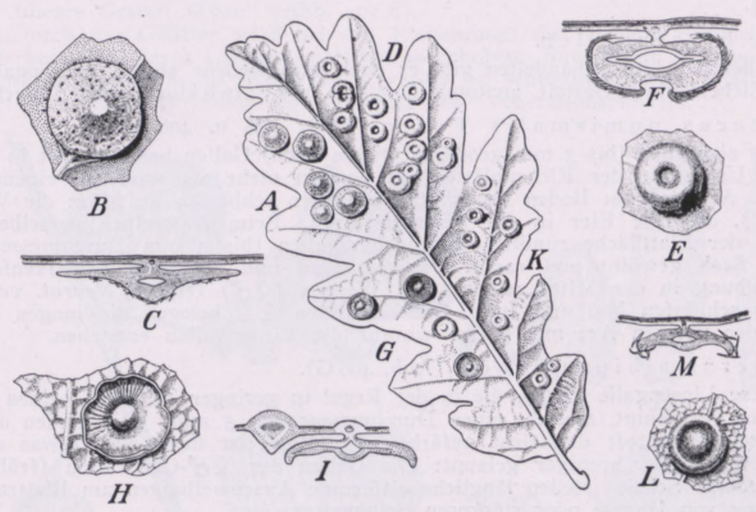


Abb. 400. Verschiedene Linsengallen auf der Blattfläche der Eiche. A Flächenansicht der Linsengallen von *Neuroterus quercus-baccarum* L. ♀♀ (1/1). B dieselbe Galle (2/1). C Längsschnitt durch die Galle (6/). D Flächenansicht der Galle von *Neuroterus numismalis* Fourc. ♀♀ (1/1). E dieselbe Galle (3/1). F Längsschnitt durch die Galle (6/1). G Flächenansicht der Galle von *Neuroterus albipes* Schck. (1/1). H dieselbe Galle (3/1). I Längsschnitt durch die Galle (4/1). K Flächenansicht der Galle von *Neuroterus tricolor* Htg. ♀♀ (1/1). L dieselbe Galle (3/1). M Längsschnitt durch die Galle (6/1). Nach Ross

Die so beschaffenen Gallen verändern sich nur wenig bis zu ihrem Abfall im Herbst, auch ist die Larve noch verhältnismäßig klein. Erst am Boden, also getrennt vom Mutterorgan, das inzwischen abgestorben ist, treten stärkere Veränderungen an der Galle ein: ihre plankonvexe Gestalt geht allmählich in eine bikonvexe über, wobei die Galle an Durchmesser und Dicke etwas zunimmt. Während des Winters entwickeln sich die Larven weiter und im März schlüpfen die Wespen aus, lauter ♀♀.

Kammergalle (♀♂)

Die Wespen legen ihre Eier in die Knospen der Eiche, wo dann beim Aufbrechen der Knospen Kammergallen von weinbeerenartigem Aussehen, in ihrer Form der Galle von *quercus-folii* L. ähnlich, entstehen, die zu den häufigsten Frühjahrsgallen unserer Eichen gehören. Sie erreichen einen Durchmesser von 5—8 mm und ihre dicke fleischige Wand ist grünlich und mehr oder weniger durchscheinend (Unterschied von der Galle von *quercus-folii).* Die Entwicklung der Galle vollzieht sich sehr rasch; ihre ganze Lebensdauer beträgt 30—40 Tage. Die Gallen erreichen im Mai oder Anfang Juni ihre Reife (also viel früher als die Gallen von *quercus folii* L.) und die Wespen schlüpfen sehr bald, meist noch im Juni

aus. Die leeren Gallen schrumpfen rasch ein und vertrocknen alsbald, während das Blatt, das die Galle trägt, weiterlebt und durch die abgestorbene Galle kaum beeinflußt wird[1]). Die ausgeschlüpften Wespen sind ♂♂ und ♀♀. Die begatteten ♀♀ legen ihre Eier in junge Blätter, an der Sproßspitze, worauf die oben beschriebenen Linsengallen entstehen[2]).

Andere Linsengallen.

Außer der hier behandelten gibt es noch verschiedene andere Linsengallen an unseren Eichen, die in Gestalt, anatomischem Bau und Entwicklung jener ähnlich sind:

Neuroterus numismalis Fourc. (Abb. 388 u. 400 D).

Die zierlichen (bis 3 mm groß und 1 mm hoch) Gallen bedecken oft in großer Zahl die Unterseite der Eichenblätter (es wurden mehr als 1000 auf einem Blatt gezählt!). Aus den am Boden überwinterten Gallen schlüpfen im März die Wespen aus (♀♀), die ihre Eier in die Knospen legen. Beim Austreiben derselben entstehen in der Blattfläche rundliche Parenchymgallen (bis 3 mm Durchmesser), die oberseits flach gewölbt und radiär gestreift sind und eine kleine warzenförmige Emporwölbung in der Mitte zeigen. Die Wespen (♀♂) (früher *Neurot. vesicator* Schlecht.) schlüpfen Mai und Juni. Die begatteten ♀♀ belegen die jungen Blätter wie bei der vorigen Art mit Eiern, worauf die Linsengallen entstehen.

Neuroterus albipes Schck. (Abb. 400 G).

Diese Linsengalle (♀♀), die in der Regel in geringer Zahl auf beiden Seiten des Blattes vorkommt, erreicht einen Durchmesser von 5 mm. Die Gallen auf der Blattoberseite sind oft dunkelrot gefärbt. Ihr Rand ist flach oder etwas emporgebogen, mehr oder weniger gelappt: Die Gallen der ♀♂-Generation (früher als *N. laeviusculus* Schck.) stellen längliche eiförmige Anschwellungen am Blattrand als Fortsetzung von Haupt- oder stärkeren Seitennerven dar.

Neuroterus tricolor Htg. (Abb. 400 K).

Die Linsengalle (♀♀), die nur auf der Unterseite des Blattes vorkommt, ist braungelb oder rötlich und erreicht bis zu 3 mm Durchmesser und etwa 1 mm Höhe. Ihr Rand ist stumpf und mehr oder weniger aufgebogen, in der Mitte ist sie buckelartig erhöht. Diese Generation wurde früher *Neur. fumipennis* Htg. genannt. Die ♀♂-Generation gleicht der weinbeerartigen Galle von *N. quercus-baccarum* L., ist aber meist kleiner und mit zerstreuten, abstehenden Haaren besetzt.

Andricus fecundator Htg.

♀♀: Eichenrose.
♀♂: Staubblütengalle (*Andricus pilosus* Adl.).

Eichenrose (♀♀)

Als „Eichenrosen" werden die aus End- oder Seitenknospen hervorgegangenen artischocken- oder lärchenzapfenähnliche Gallen (Abb. 401 A) bezeichnet, die im Sommer und Herbst nicht selten an unseren Eichen zu finden sind. Sie werden 2—3 cm lang, sind anfangs grünlich, später gelbbräunlich, zuletzt braun, zunächst fest geschlossen, im Laufe des Herbstes mehr gelockert (rosenähnlich).

„Halbiert man eine ausgewachsene Eichenrose in der Längsrichtung, so sieht man, daß die Hauptmasse dieser Gallbildung aus schuppenförmigen, sich dachziegelig

[1]) Ist die Galle auch noch von Einmietern bewohnt, so bleibt sie meist noch längere Zeit frisch, oft bis zum Absterben des Laubes im Herbst.

[2]) Die Kammergalle von *Neurot. quercus-baccarum* L. gehört zu den Ausnahmen von der Regel, daß die Gallen nur auf einem bestimmten Organ vorkommen, indem sie sich an den verschiedenen Teilen der Eiche entwickeln kann, wie am Rand der Blattfläche, an der Spindel der männlichen Blütenkätzchen, auf der Rinde junger Sprosse, an Nebenblättern, am Blütenboden, an einem Staubfaden usw. (s. Abb. 390).

deckenden Organen besteht, welche die in dem Mittelpunkt befindliche eigentliche Galle vollkommen einhüllen. Diese ist eiförmig, oben zugespitzt und erreicht bis 9 mm Länge (Abb. 401 D); sie ist anfangs grünlichgelb, später rotbraun. Bei vorsichtigem Entblättern einer entwickelten Eichenrose kann man feststellen, daß die Hülle aus bis zu 150 schuppenartigen Blättchen besteht. Die äußersten Schuppen sind dreieckig rundlich oder breit-eiförmig und verhältnismäßig kurz. Nach innen zu werden sie allmählich schmäler und länger, so daß die innersten lanzettliche und zuletzt lineare Gestalt haben" (Abb. 401 E).

„Durch das Galltier wird bei den Eichenrosen die normale Entwicklung der Knospe, besonders deren Längenwachstum, aufgehoben. Sowohl die Knospenschuppen als auch die übrigen 8—10 Blattanlagen werden zu schuppenförmigen Blättchen umgebildet aus einem Meristemring unterhalb des Vegetationspunktes.

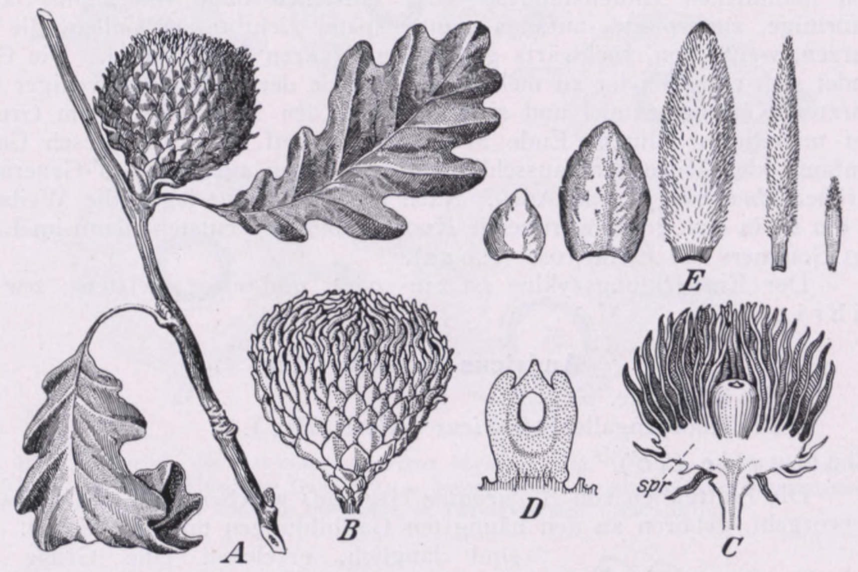


Abb. 401. A „Eichenrose" von *Andricus fecundator* Htg. ♀♀; B dieselbe im älteren Stadium; C Durchschnitt durch eine Eichenrose; D Längsschnitt der eigentlichen Galle; E Schuppen der Gallenhülle von außen nach innen. A u. B nach **Adler**, C, D u. E nach **Ross**

Die durch das Galltier gehemmte Sproßachse verbreitert sich an der Spitze bedeutend, meist auf das 4—5fache und bietet so den nötigen Raum für die zahlreichen Schuppen. In der Mitte zeigt die verbreiterte Sproßachse eine schwache, schüsselförmige Vertiefung, in der die eigentliche Galle sitzt (Abb. 401 C). Der anatomische Bau derselben bietet nichts Besonderes. Nährgewebe, Stärkeschicht und Hartschicht zeigen die übliche Ausbildung."

Die eigentliche Galle ist im August oder September völlig entwickelt. Dann vertrocknet nach und nach die verbreiterte Sproßachse, auf der die Eichenrose sitzt, und dadurch lockert sich die Verbindung zwischen der eigentlichen Galle und der Sproßachse. Das Ganze schrumpft immer mehr ein; so ziehen sich die Schuppen am Grunde stärker zusammen und schieben die mittlerweile losgelöste eigentliche Galle nach außen. Schließlich fällt sie zu Boden. Die ausfallende Galle hat noch eine weiche Wand und erst auf dem Boden liegend, erhärtet dieselbe. Die Hülle der Eichenrose vertrocknet alsbald vollkommen und wird dann von der Pflanze abgestoßen [1]).

[1]) Bereits Malpighi (1686) und Réaumur (1737) haben die Eichenrosen eingehend beschrieben und bilden die Galle auch ab.

Als Einmieter der Eichenrosen stellen sich bisweilen Cecidomyiden-Larven ein; so leben hinter den Schuppen der Gallen die gelbroten Larven von *Clinodiplosis gallicola* Rübs. (oft in Gesellschaft von anderen Gallmücken-Arten, wie *Arnoldia gemmae* Rübs. und einer *Lestodiplosis* spec.). Häufig findet man die am Sproß sitzenden Eichenrosen von Vögeln (Meisen) aufgehackt, die die darin befindliche Galle mit Larve verzehren.

Staubblütengalle (♀♂)

Aus den am Boden liegenden und vom Laub zugedeckten Gallen der Eichenrosen schlüpfen die Wespen (♀♀) im April des nächsten Jahres, meist aber erst im Jahre darauf, aus. Sie legen ihre Eier in die Knospen von männlichen Blütenständen. Hier entstehen dann bis 2 mm lange, eiförmige, zugespitzte, anfangs grüne, später lichtbraune Gallen, die mit kurzen, weißlichen, rückwärts gerichteten Haaren besetzt sind. Die Galle findet sich einzeln oder zu mehreren am Ende der mehr oder weniger verkürzten Kätzchenspindel und sitzt zwischen den Staubblättern im Grunde der männlichen Blüten; Ende Mai wird sie reif. Die aus diesen Gallen Anfang oder Mitte Juni ausschlüpfenden Wespen sind die ♀♂-Generation (früher *Andricus pilosus* Adl.). Nach der Begattung legen die Weibchen je ein Ei in eine größere, ruhende Knospe, und hier entsteht dann im Laufe des Sommers die Eichenrose (Ross).

Der Entwicklungszyklus ist ein- oder, und zwar meistens, zweijährig.

Andricus curvator Htg.

♀♂: Blattgalle.
♀♀: Knospengalle (*Andricus collaris* Htg.).

Blattgalle (♀♂)

Die Blattgallen von *A. curvator* Htg., aus welchen die ♀♂-Generation hervorgeht, gehören zu den häufigsten Gallbildungen unserer Eichen. Sie sind länglich, erreichen eine Größe von 7 × 12 mm und erheben sich ungefähr halbkugelig über beide Seiten der Blattfläche, meist aber stärker über die Unterseite. Sie finden sich bald einzeln, bald zu mehreren auf einem Blatt. Befinden sich die Gallen nahe am Blattrand, so verursachen sie meist eine unregelmäßige Verkrümmung desselben (Abb. 402). „Treten sie zu mehreren auf, dann verkrüppelt das ganze Blatt mehr oder weniger, und wenn zwei Gallen sich nahe beieinander finden, verschmelzen sie oft miteinander. Stets finden sie sich in der Nähe eines Nerves. Die Gallen kommen auch am Blattstiel zur Ausbildung, der dann stark anschwillt, und bisweilen den Sproß abschließt. Nicht selten treten diese Gallen so zahlreich an den jüngsten Blättern eines Sprosses auf, daß das Ganze einen unregelmäßigen, dichten Klumpen von vergallten, in der Entwicklung frühzeitig gehemmten Blättern darstellt" (Ross).



Abb. 402. Blattgallen von *Andricus curvator* Htg. ♀♂. Nach Ross

„Ein medianer Schnitt durch eine noch sehr junge Galle (Abb. 403) zeigt bei schwacher Vergrößerung eine verhältnismäßig dicke Wand und in ihrer Mitte die kleine Kammer mit der jungen Larve. Die Wand läßt drei ungefähr konzentrisch um die Larvenkammer gelagerte Zonen unterscheiden: eine äußere, verhältnismäßig kleinzellige und feste, eine mittlere, hellere, aus sehr dünnwandigen, durchsichtigen Zellen bestehende, die zukünftige Trennungszone, und eine innere, dunklere, welche unmittelbar die Larvenkammer umgibt und zur Wand der Innengalle mit dem Nährgewebe wird" (R o s s).

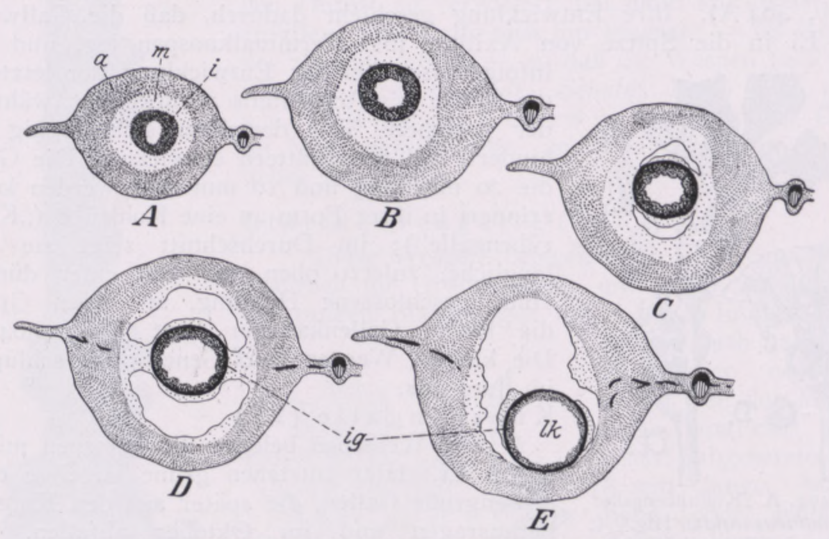


Abb. 403. Blattgallen der Gallwespe *Andricus curvator* Htg. ♀♂. A bis E schematische Darstellung der Entwicklung der Galle 8/1; a äußere Zone, m mittlere oder Trennungszone, i innerste Zone, ig Innengalle, lk Larvenkammer. Nach Ross

Untersucht man ältere Stadien der Galle, so findet man starke Veränderungen an der äußeren und mittleren Zone. „Die Außenwand der Galle mit dem größten Teil der mittleren Zone (Trennungszone) findet man jetzt losgelöst von dem inneren, festen Teil, der „I n n e n g a l l e", an der oft nur einige Zellagen der mittleren Zone verbleiben. So entsteht nach und nach ein großer schizogener Hohlraum. Die Loslösung der Innengalle ist oft eine vollständige und dann liegt dieselbe ganz frei in der zuletzt 4—5 mm Durchmesser erreichenden Höhlung" (R o s s).

Nach der Isolierung der Innengalle (Abb. 403) lebt die Larve von der reichlich entwickelten Nährschicht, die um sich allmählich eine kräftige Hartschicht entwickelt hat. Die Verpuppung findet in der schließlich nur noch aus der Hartschicht bestehenden Innengalle statt.

K n o s p e n g a l l e (♀♀)

Nach kurzer Puppenruhe schlüpfen die Wespen der ♀♂-Generation aus, deren ♀♀ im Juni/Juli je ein Ei in stärkere Knospen legt. Die hier entstehenden kleinen, rundlichen oder länglichen harten bräunlichen Gallen, die etwa bis zur Hälfte in den Knospenschuppen stecken, fallen im Herbst ab, überwintern im Boden, um im Februar oder März des ü b e r n ä c h s t e n Jahres die Wespen der ♀♀-Generation (früher *Andricus collaris* Htg.) zu entlassen, die dann die Eier in die schwellenden Laubknospen legen und dadurch die Bildung der *curvator*-Gallen veranlassen. Die Generation ist also z w e i j ä h r i g.

Andricus inflator Htg.

♀♂: Sproßachsengalle („Kohlrübengalle").
♀♀: Knospengalle (*Andr. globuli* Htg.).

Sproßachsengalle (♀♂)

Die Galle erscheint als terminale keulige Anschwellung des jungen Triebes, die wie ein gewöhnlicher Zweig mit Blättern besetzt ist (Abb. 404 A). Ihre Entwicklung geschieht dadurch, daß die Gallwespe das Ei in die Spitze von Axillar- und Terminalknospen legt und daß infolgedessen bei der Entwicklung der letzteren die Spitze des Achsenteils zurückbleibt, während der periphere Teil desselben sich, wenig behindert, mit den Blättern entwickelt. Die Galle, die 20 mm lang und 10 mm dick werden kann, erinnert in ihrer Form an eine Kohlrübe („Kohlrübengalle"); im Durchschnitt zeigt sie eine längliche, zuletzt oben nur von einer dünnen Haut geschlossene Höhlung, an deren Grund die kleine Gallenkammer liegt (Abb. 404 B). Die kleinen Wespen (♀♂-Generation) schlüpfen im Juni aus.



Abb. 404. A „Kohlrübengalle" von *Andricus inflator* Htg. ♀♂, die obere mit Blättern; B Längsschnitt mit Innengalle; C drei Knospengallen der ♀♀-Generation; D reife, daraus gelöste Innengalle ($^2/_3$ nat. Gr.) Nach Adler (aus Nitsche)

Knospengalle (♀♀)

Die Weibchen belegen die Knospen mit je einem Ei. Hier entstehen grüne kugelige etwa erbsengroße Gallen, die später aus den Knospen herausragen und im Oktober abfallen. An dem der Basis entgegengesetzten Teil der Galle sitzt meist eine gelbe, manchmal rostrote Warze (oder ein stumpfer Kegel) auf. Die grüne unbehaarte Oberfläche der frischen Galle nimmt beim Trocknen eine netzartige Beschaffenheit an (Abb. 404 C u. D). Die Larvenkammer ist groß und von einer verholzten Schale umgeben. Aus den Gallen kommen nach zweimaliger Überwinterung große Wespen (♀♀) aus (früher als *A. globuli* Htg. bezeichnet), die dann die obigen Gallen an der Sproßachse erzeugen.

Da die befallenen Triebe später nicht selten absterben, so sind nach Keller „die Beschädigungen an Eichen nicht zu unterschätzen", besonders wenn es sich um Gipfeltriebe handelt.

Andricus testaceipes Htg.

♀♀: Rindengalle (*Andricus sieboldii* Hart.).
♀♂: Blattnervengalle.

Rindengalle (♀♀)

Die Rindengallen stehen selten vereinzelt, meist dicht gehäuft an der Rinde junger Eichenstämmchen, besonders in sonnigen Lagen. Sie sitzen gewöhnlich in der Nähe des Bodens, in der Gegend des Wurzelhalses oder an dünnen Zweigen, die sie in einer größeren Ausdehnung ringsum bedecken können. Sie erinnern in ihrer Form oberflächlich etwas an die zu den Krebsen gehörenden sogenannten „Seepocken", die oft massenweise die

Schiffswände bedecken (Abb. 405 A): Die einzelne Galle, die tief in den Holzkörper eindringt (Abb. 405 B), ist breit kegelförmig, bis 6 mm lang, anfangs rötlich und weich, später braun und hart, im trockenen Zustand längsgefurcht vom Grunde bis zur Spitze. Die Verfärbung rührt daher, daß die frische Galle von einer kirschroten Außenschicht überzogen ist, die gegen den Herbst zu verwittert, um dann stückweise abzufallen. Die Galle reift nur langsam — im Herbst des zweiten Jahres —, so daß die Wespen (♀♀-Generation, früher *Andr. sieboldi* Htg.) erst nach zweimaliger Überwinterung der Galle im März ausschlüpfen, und zwar durch ein seitliches Schlupfloch.



Abb. 405. **A** Eichenstämmchen mit zahlreichen Gallen von *Andricus testaceipes* Htg. ♀♀. **B** Längsschnitt durch einige Gallen. **C** Blattgalle der ♀♂-Generation

Blattnervengalle (♀♂)

Diese Wespen belegen noch vor dem Blattausbruch die Großknospen, und zwar im Bereich der jungen Blattanlagen mit Eiern. In der Folge bilden sich an den Blattstielen oder an einem Teil der Mittelrippe längliche nicht scharf abgesetzte bis 8 mm lange, bräunliche oder gelbliche Anschwellungen (Abbild. 405 C), die nach Mayr (1870) mehrere Larvenkammern enthalten können. Aus ihnen schlüpfen schon im August die kleinen nur 2 mm langen Wespen der ♀♂-Generation aus, deren Weibchen nach der Begattung am Wurzelknoten junger Eichenstämmchen oder an dünneren Zweigen die Rinde in einer ringförmigen Zone mit Eiern belegen. Hier entstehen dann die kegelförmigen Rindengallen, von denen wir ausgegangen sind, und die erst im 2. Jahr reif werden. Der Entwiklungszyklus erstreckt sich also über zwei Jahre.

In forstlicher Beziehung gehört diese Art wohl zu den schädlichsten, da die mit den Rindengallen dicht besetzten jungen Stämmchen meist eingehen. In Pflanzgärten und Baumschulen können dadurch empfindliche Verluste entstehen. Im Tharandter Pflanzgarten sind einmal, wie ich selbst zu beobachten Gelegenheit hatte, rund 1/3 aller Eichenpflanzen auf diese Weise eingegangen. Als wirksamstes

Mittel gegen die weitere Ausbreitung ist das rechtzeitige Ausreißen und Verbrennen der befallenen Pflanzen zu empfehlen (spätestens im Herbst des 2. Jahres).

Trigonaspis megaptera Pz.

♀♀: Blattgalle *(Trigonaspis renum* Htg.).
♀♂: Knospengalle.

Blattgalle (♀♀)

Die Blattgalle (früher *Biorrhiza renum* Hart.) erscheint zu Ende September an der Unterseite der Blätter *(Quercus sessiliflora, pedunculata, pubescens)*, meist in größerer Zahl, gewöhnlich reihenweise oder gehäuft an den Rippen (Abb. 406). Sie ist besonders häufig da zu finden, wo Stockausschläge an Eichen getrieben haben. Die Galle ist flach, nierenförmig oder kugelig, oval oder knollig und hat einen Durchmesser von rund 2 mm; anfangs grün wird sie später gelblich oder rot. Im Durchschnitt zeigt die Galle ein saftiges Parenchym und eine einfache Larvenkammer (keine isolierte Innengalle). Die Galle fällt im Oktober zur Erde, wo sie überwintert.



Abb. 406. Blattgallen von *Trigonaspis megaptera* Pz. ♀♀ (*T. renum*). Links zwei einzelne Gallen. Nach Ross-Hedicke

Knospengalle (♀♂)

Die im Frühjahr auskommenden Wespen der ♀♀-Generation belegen die schlafenden Knospen am Stock und an Stockausschlägen. Die hier entstehenden Gallen findet man im April und Mai meist zwischen Gras und Moos versteckt, vor allem an schattigen Plätzen. Bisweilen kommen die Gallen auch an Wurzeln und Blättern (?) vor (Keller). Die oberirdischen Gallen ähneln in Größe und Farbe einer Preißelbeere, die unterirdischen mehr einer Kirsche. Die Dauer der Gallen ist nur eine kurze, da die Wespen (♀♂-Generation) schon im Juni die Gallen verlassen, worauf diese zusammenschrumpfen und eine braune Farbe annehmen.

Stellenweise treten die *megaptera*-Gallen sehr häufig auf; Keller hat an einem einzigen Eichenstock gegen 100 Stück beisammen gefunden. In solchen Fällen kann die Gallbildung schädlich werden; Keller sah die befallenen einjährigen und zweijährigen Triebe vielfach absterben.

Biorrhiza pallida Ol.

♀♂: Knospengalle, „Kartoffelgalle".
♀♀: Wurzelgalle (*Biorrhiza aptera* Fabr.).

Knospengalle (♀♂)

Die auffallendste Galle unserer Eichen ist die Knospengalle der ♀♂-Generation von *B. pallida* Ol. (= *B. terminalis* F.), die auch unter dem

Namen „E i c h a p f e l“ oder „K a r t o f f e l g a l l e“ bekannt ist und hauptsächlich an Bäumen und Sträuchern mittleren Alters in einer Höhe von 5—10 m vorkommt. Sie ist im allgemeinen rundlich mit etwas größerem Quer- als Längsdurchmesser (20—40 mm Querdurchmesser), anfangs weißlich oder gelblich, mit rotem Anflug auf der Sonnenseite, später hellbraun (Abb. 408 A). Sie geht im ersten Frühling aus einer starken Endknospe (oder auch aus einer Achselknospe) hervor, entwickelt sich mit der Entfaltung der Blätter und wächst in wenigen Wochen zu ihrer endgültigen Größe heran. Anfangs hat sie eine fleischige Beschaffenheit, später wird sie mehr oder weniger schwammig, ihre Oberfläche ist glatt.

Der „Eichapfel“ stellt eine mehr- bzw. vielkammerige Galle dar, wie auf einem Durchschnitt leicht zu sehen ist (Abbild. 408 B). Die im Reifezustand verholzten zahlreichen Larvenkammern liegen in der Hauptsache um den Ansatzpunkt der Galle, meist in radiärer Richtung angeordnet. Auf die Einzelheiten bezüglich der Entwicklung des histologischen Baues (es fehlt eine eigentliche Epidermis), der Bildung des primären und sekundären Nährgewebes, der allmählichen Sklerotisierung der um die Larvenkammer gelegenen Zellschichten kann hier nicht näher eingegangen werden (siehe hierüber vor allem W e i d e l und M a g n u s).

Abb. 407. Die Vollinsekten von *Biorrhiza pallida* Ol. (10/1). *A* Weibchen, *B* Männchen der zweigeschlechtlichen Generation (♀♂), *C* eingeschlechtliche Generation (♀♀). Nach R o s s

Anfang oder Mitte Juni ist das gesamte Nährgewebe aufgezehrt und die Larven verpuppen sich nun in den Kammern. Nach kurzer Ruhe, etwa Ende Juni bis Mitte Juli schlüpfen die Wespen aus, die der ♀♂-Generation angehören. Sie sind wesentlich kleiner als die der ♀♀-Generation, die Männchen geflügelt, die Weibchen flügellos (Abb. 407).

Nach dem Ausschlüpfen der Wespen vertrocknen die Eichäpfel und fallen dann im Herbst ab, den Boden mitunter massenhaft bedeckend.

Das Vertrocknen und Abfallen der Gallen kann allerdings noch längere Zeit hinausgezogen werden, wenn in ihnen nach dem Ausschlüpfen der Erzeuger noch Einmieter oder Parasiten enthalten sind. Und dies ist sehr häufig der Fall, trotz der stark entwickelten gerbstoffreichen Rinde und der Hartschicht um die einzelnen Larvenkammern. Nach Kieffer beherbergt der Eichapfel als Einmieter: eine Gallmücke, *Clinodiplosis biorrhizae* Kief., 5 verschiedene Raupenarten, ferner die Käfer *Ptinus aubei* Boreld. und *Balaninus villosus* F. Die Larve des letzteren frißt sich nach Adler (1881) durch die Galle nach verschiedenen Richtungen und durchwühlt dieselbe so, daß oftmals keine einzige Larvenkammer ungestört bleibt. Und daß auch zahlreiche Parasiten die Gallwespenlarven in den Eichäpfeln heimsuchen, geht aus der Zusammenstellung der Cynipiden-Parasiten bzw. Chalcididen von Kieffer (1899) hervor (s. S. 385). Nach Mayr (1870) stellten sich nach dem Ausschlüpfen der Wespen häufig Cetonien auf den Eichäpfeln ein, die die schwammige Substanz teilweise zerstören. „Die Gallen werden dabei harzig, und wenn man im nächsten Winter oder Frühjahr diese Gallen auf den Zweigen wieder aufsucht, so ist die schwammige Substanz durch Verwitterung ganz zugrunde gegangen und es sind nur mehr die aneinander haftenden Innengallen, aus denen aber noch im zweiten Jahr oft einige Schmarotzer gezogen werden können vorhanden."

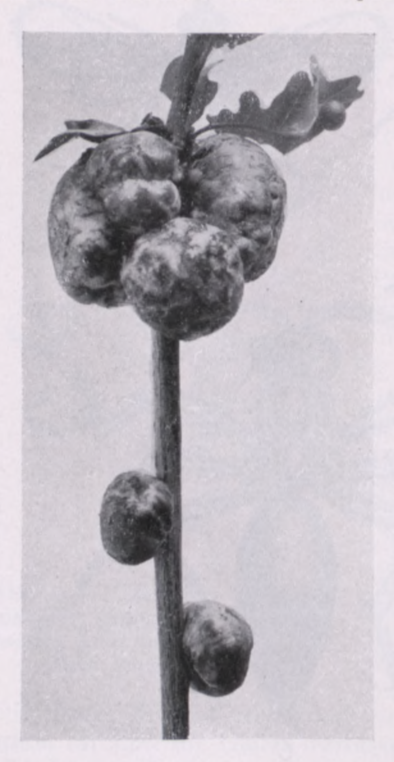


Abb. 408 *A*. „Kartoffelgallen" von *Biorrhiza pallida* Ol. ♀♂

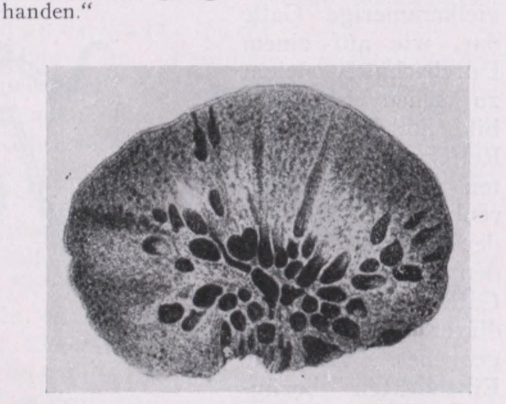


Abb. 408 *B*. Durchschnitt durch eine „Kartoffelgalle" (vielkammerig). Nach Adler

Wurzelgalle (♀♀)

Die aus dem Eichapfel stammenden Weibchen begeben sich nach der Begattung — Mitte oder Ende Juli — in die Erde, um ihre Eier in den Wurzeln der Eiche (oder auch an den untersten Teil der Sproßachse junger Pflanzen) abzulegen. Die dort entstehenden Gallen haben eine mehr oder weniger kugelige Gestalt, sind anfangs weißlich-rötlich und von weicher Beschaffenheit und erreichen einen Durchmesser bis zu 5 mm. Meist brechen an einer Stelle der Wurzel eine größere Anzahl Gallen hervor, die sich an den gegenseitigen Berührungsstellen abplatten und oft auch zu einer größeren knolligen und traubigen Masse verwachsen, die dann entsprechend

der Zahl der darin vereinigten Einzelgallen mehrere Larvenkammern enthalten (Abb. 409).

Die Entwicklung der Wurzelgalle geht im Gegensatz zur Galle der ♀♂-Generation nur langsam vor sich und dauert 16—18 Monate. Bis zum Herbst des 1. Jahres erreicht die Galle etwa die Hälfte der endgültigen Größe und ihre Wand ist fleischig. Erst im 2. Jahr erreicht sie, hauptsächlich durch die Streckung der Zellen, ihre Reife. Um die Larvenkammern bildet sich eine starke Sklerenchymschicht und auf der Außenseite der Gallen kommt Periderm und Borkenbildung zustande, so daß die Wand nach und nach hart und holzig wird. Die Wespen, nur große flügellose ♀♀ (Abb. 407 C), schlüpfen im zweiten Winter (Dezember bis Februar) aus und klettern alsbald trotz der Winterkälte an den Bäumen empor, um ihre Eier in die großen Knospen zu legen (s. Abb. 377), aus denen dann im ersten Frühjahr die großen Eichäpfel hervorgehen [1]). Der Entwicklungszyklus erstreckt sich also über zwei Jahre.



Abb. 409. Wurzelgalle von *Biorrhiza pallida* Ol. ♀♀ (*B. aptera*)

In forstlicher Hinsicht kann sich die massenhafte Triebzerstörung durch die Knospengalle nachteilig auswirken. Altum beobachtete im Jahre 1874 in einem schlesischen Eichenschälwald die Eichäpfel in solchen Mengen, daß der Boden dicht von den tiefbraunen Knollen bedeckt war. Hunderttausende von Maitrieben waren durch sie unentwickelt geblieben und ebenso viele Johannistriebe hatten das gleiche Schicksal erfahren, bzw. im günstigsten Falle nur ganz schwache Versuche zu ihrer Entwicklung gemacht. In solchen Fällen dürfte sich das rechtzeitige Einsammeln und Vernichten der am Sproß sitzenden Kartoffelgallen und Vernichten derselben (im Sommer) empfehlen.

Technische Verwertung der Cynipiden-Gallen [2])

Die technische Verwendbarkeit der Gallen war bereits den Ägyptern bekannt, die mit Hilfe von Eisensalzen aus Gallen Tinte herstellten. Ebenso war im Altertum die Verwendung von Gallen zu medizinischen Zwecken

[1]) Die Wurzelgallen findet man durch Ausgraben der Wurzeln (bis 1 m tief) an Stellen, wo die Eichäpfel häufig vorkommen.

[2]) Hedicke, H., Insektengallen. In: Pax, F., und Arndt, W., Rohstoffe des Tierreichs 2. Lfg. Berlin 1929.

gebräuchlich [1]). Dann findet man zahlreiche Angaben über die praktische Verwendbarkeit der Gallen in den mittelalterlichen Kräuterbüchern, wo sie ihrer adstringierenden Wirkung halber gegen alle erdenklichen Krankheiten empfohlen wurden [2]).

Ihre Hauptverwendung fanden die Eichengallen bis in die Neuzeit in der Gerberei, Färberei und Tintenfabrikation. Sie gründet sich auf den hohen Gerbstoffgehalt der Gallen (Tannin), der je nach deren Art und Beschaffenheit von 30—60 % schwankt. So beträgt er bei den „Knoppern" rund 30 %, bei den „Bassorahgallen" ebenso viel und bei den „kleinasiatischen Gallen" rund 60 % [3]).

Übrigens kann auch der Gerbstoffgehalt der gleichen Gallenart beträchtliche Unterschiede zeigen, was auf das verschiedene Alter der Gallen, auf den Einfluß der Witterung, der Eichenspezies, des Bodens und des Alters der Wirtspflanze zurückzuführen ist. Auch das Vorhandensein von Einmietern und Parasiten in den Gallen dürfte nicht ohne Einwirkung bleiben. Wie groß die Unterschiede sein können, zeigen die Analysen Paeßlers an den hellen rechtzeitig geernteten und den ganz dunklen, zu spät (nach dem Ausschlüpfen der Wespen) geernteten Bassorahgallen (*Cynips insana* Westw.): bei den ersteren ergaben sich rund 30 %, bei letzteren dagegen nur rund 18 % Gerbstoffe.

Für die technische Verwertung in größerem Maßstab kommen folgende Arten in Betracht:

1. Die Kleinasiatischen Gallen („Aleppo"-, „Smyrna"-, „Mossul"-Gallen), Knospengallen von rund 15—25 mm Durchmesser, die von Cynips gallae-tinctoriae Htg. (s. S. 389) an verschiedenen Eichen (*aegilops* L., *cerris* L., *sessiliflora* Sm., *pubescens* Willd. und *pedunculata* Ehrh.) erzeugt werden.
2. Die Bassorahgallen (Sodomäpfel, Rove), Knospengallen mit kurzem Stiel, von rund 40—60 mm Länge, erzeugt von Cynips insana Westw. an *Quercus taurica* Kotschy, *infectoria* Ol. und *farnetto* Ten. (Türkei, Italien, Albanien).
3. Die Istrianer, ähnlich geformt wie die Aleppo-Gallen (Abb. 410 d), aber wesentlich kleiner (7—15 mm), erzeugt von C. gallae-tinctoria Ol. var. nostras Steff. an *Quercus ilex, lusitanica, sessiliflora* und *pedunculata,* Oberitalien und östliches Mittelmeergebiet.
4. Die Knoppern, Deformationen des Fruchtbechers (Abb. 410 a) von *Quercus pedunculata,* seltener *sessiliflora, cerris, pubescens* oder *aegilops,* erzeugt von Cynips quercus-calicis Burgsd. Im nördlichen Mittelmeergebiet von Kleinasien bis Spanien und nördlich bis Mitteldeutschland. Über das Vorkommen in Deutschland gibt Wimmer (1922) eine gute Übersicht.
5. Die kleinen ungarischen Gallen, an zahlreichen Eichenarten an den Knospen, von Cynips lignicola Htg. erzeugt; 6—10 mm große kugelige braune Gallen, die in Kleinasien und ganz Europa mit Ausnahme des Nordens vorkommen (Abb. 410 e).
6. Die großen ungarischen Gallen (Landgallus), ebenfalls Knospengallen, von Cynips hungarica Htg. erzeugt. Die größte mitteleuropäische

[1]) Die Griechen verwandten verschiedene Gallen auch zur Beleuchtung in ihren Lampen. Die eine soll nach Plinius oftmals die Größe eines Apfels erreicht und auch ohne Öl gebrannt haben; die andere „kugelige, hartkernige" war mit einem rotbartigen Haarbüschel versehen (*Cynips theophrastea*).

[2]) Heute noch werden in den Pharmakopöen der meisten Kulturländer Gallen verzeichnet.

[3]) Auch die gewöhnlichen deutschen Galläpfel von *Diplolepis quercus-folii* L. enthalten verhältnismäßig viel Gerbstoff, nach Councler (1884) rund 32 %. Sie sind aber trotz ihres oft massenhaften Vorkommens nicht technisch verwertbar, weil sie in frischem Zustand viel zu wässerig sind und daher so wenig Trockensubstanz geben, daß ihr Einsammeln nicht lohnt.

Eichengalle bis zu 45 mm Durchmesser (Abb. 410 b), im südlichen Mitteleuropa (Ungarn, Niederösterreich, nördl. Balkan) verbreitet.

7. Die als österreichische, böhmische oder deutsche Galle bezeichnete Knospengalle (12—18 mm Durchmesser) von Cynips kollari Htg. (Abb. 410 c), Mittel- und Südeuropa und ganzes Mittelmeergebiet. Sie spielt als Ausgangspunkt für Gerbstoffgewinnung keine Rolle, da sie einen sehr hohen Wassergehalt hat; dagegen wird sie häufig zu Verfälschungen [1]) verwendet.



Abb. 410. Technisch verwertbare Gallen. a „Knoppern", b Große ungarische Galle (*Cynips hungarica* Hart.), c „österreichische" oder „deutsche" Galle (*Cynips kollari*), d Istrianer Galle (*C. gallae-tinctoria* var. *nostras* Steff.), e „Kleine ungarische Galle" (*C. lignicola* Htg.)

Auf die verschiedenen Ernte- und Behandlungsmethoden aller hier angeführten Gallen kann nicht näher eingegangen werden (s. darüber Hedicke). Um aber ein ungefähres Bild von dieser forstlichen Nebennutzung zu geben, sei hier wenigstens auf die Knoppern etwas ausführlicher eingegangen, die die Hauptmasse der zu technischen Zwecken in Mitteleuropa verwandten Gallen bilden:

---

[1]) Im Handel sind Verfälschungen verschiedener Art anscheinend recht häufig, indem den Lieferungen von hochwertigen Gallen („Aleppo" usw.) minderwertige beigemischt werden; als solche kommen vor allem die Gallen von *Cynips lignicola* Htg. und *kollari* in Betracht. Es sind sogar Fälle bekannt, wo als Aleppogallen verkaufte Ware ausschließlich aus *kollari*-Gallen bestand.

„Die besten Sorten der Knoppern werden in Ungarn, Siebenbürgen, Kroatien und Slowenien gesammelt und zum Teil sogar in ausgedehnten Waldungen kultiviert. Weniger geschätzt sind die aus Niederösterreich, Mähren, Serbien, Bosnien, Bulgarien und Rumänien stammenden Sorten. Infolge der Abhängigkeit vom Blütenansatz der Eichen und von der Witterung während der Blütezeit der Eichen, der Schwärmzeit der Wespen und der Reifezeit der Gallen ist die Knoppernernte in den verschiedenen Jahren sehr ungleich. Nach langjährigen Beobachtungen in Slowenien soll im Durchschnitt alle 7 Jahre eine reiche Ernte zu erwarten sein. Im allgemeinen ist ein gutes Eicheljahr auch ein ertragreiches Knoppernjahr."

Für den Verkauf von Knoppern haben sich gewisse Gepflogenheiten herausgebildet, die Paeßler (1919) ausführlich schildert und die hier im Auszug (nach Hedicke) wiedergegeben seien:

„Gegen Ende Juli wird zunächst eine Untersuchung der Waldbestände auf die voraussichtliche Ergiebigkeit der Ernte, der ‚Mast', vorgenommen, mit der zugleich eine Einschätzung des Ertrages erfolgt. Sie geschieht bei großen Waldgebieten revierweise durch die Forstverwaltung und erstreckt sich nicht nur auf den Knoppernansatz, soweit er mit bloßem Auge erkennbar ist, sondern es wird auch mit Hilfe von Ferngläsern oder durch Ersteigen hoher Stämme mit Leitern der nicht ohne weiteres sichtbare Ertrag untersucht. Die Ergebnisse der Einschätzung, die durch die Erfahrung der Forstbeamten bestimmt wird, werden von den Forstämtern gesammelt und durch Stichproben nachgeprüft, wobei nicht nur die zu erwartende Menge, sondern auch der zu erzielende Erlös taxiert wird. Der Verkauf erfolgt dann entweder unmittelbar nach der Einschätzung, also lange vor der Ernte, wobei der Käufer das Risiko für etwaige Verluste durch ungünstige Einflüsse bis zum Zeitpunkt der Ernte auf sich nimmt, oder die Knoppern werden in getrocknetem, also gebrauchsfertigem Zustand verkauft. Im ersteren Fall trägt der Käufer, im letzteren der Verkäufer die Kosten der Ernte. Der erstgenannte Modus ist der häufiger angewandte und geschieht gewöhnlich in Form einer Versteigerung, vor der die Kauflustigen die Schätzungsangaben des Verkäufers durch Inaugenscheinnahme nachprüfen. Beim zweiten Modus vergibt der Waldbesitzer die Ernte, d. h. das Einsammeln, das Trocknen und die Abfuhr an die Lagerplätze, im Stücklohn, wobei gewöhnlich der Preis für ein Hektoliter zugrunde gelegt wird und dieser entweder durch Übereinkunft oder durch Versteigerung festgestellt wird."

„Das Einsammeln geschieht, da die Knoppern eher abfallen als die Eicheln, bereits Anfang September. Als besonders günstig gilt die Zeit zwischen dem Beginn des Abfallens und dem ersten darauf folgenden Regen. Die innerhalb dieses Zeitraumes gesammelten Knoppern erzielen als ‚Primaware' die besten Preise. Das Sammeln erfolgt bei streifenweisem Abgehen der Wälder durch Auflesen der auf dem Boden liegenden Knoppern, woran sich auch Frauen und Kinder beteiligen. Die Knoppern werden in Säcke gefüllt und nach dem Trockenplatz getragen. Bei guter Ernte und raschem Reifen kann das Einsammeln jeden zweiten Tag im gleichen Revier erfolgen. Vor dem Krieg wurden in den slawonischen Knopperngebieten je nach dem Ausfall der Ernte 2,5—4 österreichische Kronen (= 2,13—3,4 M) für das Hektoliter bezahlt. Für die ärmere Bevölkerung bildete infolgedessen das Knoppernsammeln eine erwünschte Nebenerwerbsquelle.

Da die Knoppern einen hohen Wassergehalt haben und beim Lagern leicht stockig und schimmelig werden, müssen sie sofort nach dem Einsammeln getrocknet werden. Mit der Trocknung geht eine Reinigung von den anhaftenden Stielen und erdigen Teilen Hand in Hand. Auf möglichst sonnigen und ebenen Plätzen werden aus Brettern hergestellte Böden von 6—8 m Breite und 24—30 m Länge, die sogenannten ‚Brücken', in Nord-Süd-Richtung aufgestellt. Diese sind in der Mitte um 8—10 cm überhöht, um bei Regenfällen den Ablauf des Wassers von den aufgehäuften und zugedeckten Knoppern zu ermöglichen. Die Knoppern werden in einer höchstens 10—12 cm hohen Schicht auf die Brücken gebracht und täglich 4—5mal mit hölzernen Wurfschaufeln gegen den Wind von einem Ende der Brücke zum andern umgeschaufelt, wobei sich zugleich die erwünschte Reinigung des Materials vollzieht, da der Wind die leichteren Verunreinigungen forttreibt. Die Schnelligkeit des Trocknens hängt von dem Grade der Luftwärme und -trockenheit ab und dauert 4—8 Tage. Bei geringsten Anzeichen von Regen werden die Knoppern mit Leinen- oder Schilfdecken oder anderem geeigneten Material zugedeckt. Einmal naßgewordene und nicht wieder völlig getrocknete Knoppern werden schimmelig und wertlos. Einzelne derartige Gallen werden sorgfältig ausgelesen, da sich der Schimmel sehr schnell

verbreitet. Die Trocknung im Freien ist beendet, wenn die ursprünglich grünen oder bräunlichen Knoppern einen gelbbraunen Farbton angenommen haben. Dann werden sie von den Brücken in geräumige und luftige Lagerhäuser gebracht, wo die Trocknung durch wöchentlich ein- bis zweimaliges Umschaufeln beendet wird, da noch immer die Gefahr des Schimmelns besteht. Nach völliger Trocknung wird das Gewicht der Ernte ermittelt.

Da die Gallwespen heliophil sind, bevorzugen sie für die Eiablage möglichst freistehende, stark belichtete Eichen. Infolgedessen sind die am Rande eines Waldes, besonders am Süd- und Ostrande stehenden, und an lichten Stellen und auf Blößen wachsenden Stämme am stärksten mit Gallen besetzt. Aus den gleichen Gründen ist auch ein Eichenbestand um so ergiebiger, je weniger hochwüchsig die untermischten Baumarten sind. Ein solcher Mischwald liefert je nach dem Mischungsgrad doppelt so viel und mehr Knoppern als ein Mischwald, in dem die übrigen Baumarten etwa die gleiche Höhe haben wie die Eichen. Der in den letzten Jahrzehnten ständig gesteigerte Einschlag des Eichenaltholzes hat aus dem gleichen Grunde einen ständig zurückgehenden Knoppernertrag zur Folge. Vor 60—70 Jahren wurde im Hauptknopperngebiet je nach dem Anfall der Ernte ein Jahresertrag von 80 000—250 000 dz erzielt. Der Durchschnittsertrag in Eichenbeständen mit nur wenigen eingesprengten Holzarten betrug in Mastjahren 1,2—3,6 dz je Hektar und im Jahresdurchschnitt 0,2—0,5 dz. Über die Ernten der neueren und neuesten Zeit konnte nichts ermittelt werden.

Die Hauptmärkte für den Knoppernhandel waren Budapest, Ödenburg, Fünfkirchen und Wien. Man unterschied nach dem Aussehen, jedoch ohne Gewähr für den Gerbstoffgehalt, vier Handelssorten: Hochprima, Prima, Sekunda und Tertia.

Über die Ein- und Ausfuhr von Knoppern in Österreich, dem Hauptproduktions- und zugleich Verwendungsgebiet dieser Gallen, gibt Paeßler (1919) folgende Zahlen (in Tonnen):

	Einfuhr	Ausfuhr
1882	3694	6 853
1883	8429	6 521
1884	6502	7 918
1885	6965	21 497

Der Preis für Knoppern ist sehr verschieden und schwankt um 14—15 M je 100 kg. Durchschnittlich wurden in Mitteldeutschland für 100 kg gemahlene Ware frei Gerberei 21 M gezahlt (Paeßler 1919). Der Preis für Rove, gemahlene Bassorahgallen, betrug nach demselben Autor zur Zeit ihrer versuchten Einfuhr, Ende der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts, 30 M für 100 kg."

Aus der neueren Zeit sind keine verlässigen Angaben über den Gallenhandel zu erhalten. Seit 1920 scheinen überhaupt keine Gallen mehr in nennenswerten Mengen nach Mitteleuropa eingeführt worden zu sein. An die Stelle der aus den Gallen gewonnenen Rohstoffe treten heute immer mehr synthetische Gerb- und Färbstoffe, so daß die technische Verwendung der Gallen bald nur noch historische Bedeutung haben dürfte.

II. Die Einmieter (Synergariae)[1]

Die Gallen finden alle möglichen Liebhaber unter den Insekten, die in ihnen Wohnung und Nahrung suchen. Unter diesen „Einmietern" (Inquilinen) finden wir neben den Larven von Dipteren (Cecidomyiden), Coleopteren, Lepidopteren auch selbst wieder Gallwespen *(Synergariae)*.

„Die Synergariae sind solche Cynipiden, die sich in Gallen entwickeln, welche entweder von anderen Gallwespen oder von Gallmücken erzeugt worden sind. Ihre Larven bringen zwar auch eine Neubildung von

[1] Eine ausführliche Bearbeitung haben die Synergarien durch G. Mayr erfahren; es werden dort alle bis dahin bekannten Einmieter nach den Gallen, aus denen sie gezogen, aufgezählt, systematisch dargestellt und beschrieben. Sodann hat Kieffer (1914) eine sehr klare Übersicht in seiner Cynipiden-Bearbeitung der „Insekten Mitteleuropas" gegeben, der ich hier folge.

Pflanzenzellen hervor, jedoch können sie dies nicht an einem normalen Pflanzengewebe, sondern nur an einem schon im Wachstum begriffenen Auswuchs bewirken.

Kieffer führt für unser Faunengebiet 21 Arten an, von denen 17 auf die Gattung *Synergus* Htg. entfallen, während die übrigen 4 auf 3 weitere Gattungen verteilt sind. Die meisten Arten sind je aus einer ganzen Reihe von Gallenarten gezogen, so *Synergus vulgaris* Htg. aus 13 und *S. gallae-pomiformis* Fourc. gar aus 16 verschiedenen Gallen. Oft lebt nur je eine Art von Einmietern in einer Galle, nicht selten beherbergt aber auch ein und dieselbe Galle mehrere Arten von Synergarien.

Die Art und Weise, wie die Einmieter in den Gallen sich einrichten, ist recht verschieden. Mayr und Kieffer nennen folgende fünf Möglichkeiten:

1. Die Einmieter nehmen Besitz von der Larvenkammer, wobei die Larve der gallerzeugenden Wespe zugrunde geht. Die Kammer wird von den *Synergus*-Larven durch dünne, membranöse Scheidewände in so viele Fächer abgeteilt, daß jede Larve ihren eigenen Raum hat. — 2. Die Einmieter zerstören die Larvenkammer und einen Teil des umgebenden Zellgewebes und richten sich in dem so geschaffenen Hohlraum ebenso ein, wie die unter 1 genannten. Auch hier stirbt die Larve des Gallenerzeugers ab. — 3. Die Einmieter leben in bereits vorhandenen Höhlungen, wie solche bei manchen Gallen vorkommen; der Gallenerzeuger wird in diesem Fall in seiner Entwicklung gewöhnlich nicht gehindert. — 4. Die Einmieter schaffen sich im Parenchym der Galle ihre Kammern, was z. B. häufig bei *Cynips kollari* vorkommt. Auch in diesem Fall bleibt der Gallenerzeuger unversehrt, vorausgesetzt, daß nicht durch eine zu große Zahl der Neuwohnungen die eigentliche Larvenkammer beengt wird. — Und endlich 5. Die Einmieter befinden sich gar nicht in der eigentlichen Galle, sondern nur in deren unmittelbarem Außenbezirk, wie z. B. eine *Synergus*-Art bei *Andricus fecundator* in dem verdickten Grund der sogenannten „Eichenrose", also außerhalb der eigentlichen Galle, lebt.

Die meisten der Einmieter verlassen die Gallen nach der Überwinterung vom März bis August, in der Regel später als die Gallenerzeuger. Manche Arten scheinen auch doppelte Generation zu haben, indem überwinterte Einmieter bald nach dem Ausschlüpfen im Frühjahr eine andere Gallenart anstechen, und die aus dieser auskommenden Individuen im Sommer, wieder die erste Gallenart heimsuchen (also eine Art Wirtswechsel).

III. Die zoophagen Cynipiden (Figitidae)

Die zoophagen Cynipiden übertreffen an Zahl die Gallenerzeuger ganz wesentlich; sie treten jedoch infolge ihrer verborgenen Lebensweise weit weniger in Erscheinung als diese. Von den oben (S. 378) genannten Unterfamilien seien nur die *Ibaliinae, Figitinae, Eucoliinae* und *Charipinae* genannt.

Die Ibaliinen (Abb. 265, S. 262) gehören zu den größten Cynipiden (7—16 mm); sie schmarotzen in den Larven der Holzwespen (Siriciden). Die Figitinen und Eucoliinen sind in erster Linie Dipterenparasiten; als Stubenfliegenparasit mag *Figites striolatus* Htg. genannt sein. Einige gelten auch als Käferparasiten. Die winzigen Charipinen leben, soweit bekannt, als Hyperparasiten und haben die in Blattläusen lebenden *Aphidius*-Larven (Braconiden) zu Wirten (Haviland 1921).

Die Lebensweise und vor allem die Entwicklung der verschiedenen Arten zeigt viele interessante Züge. Es sei nur auf den Dimorphismus bzw. Polymorphismus der Larven hingewiesen

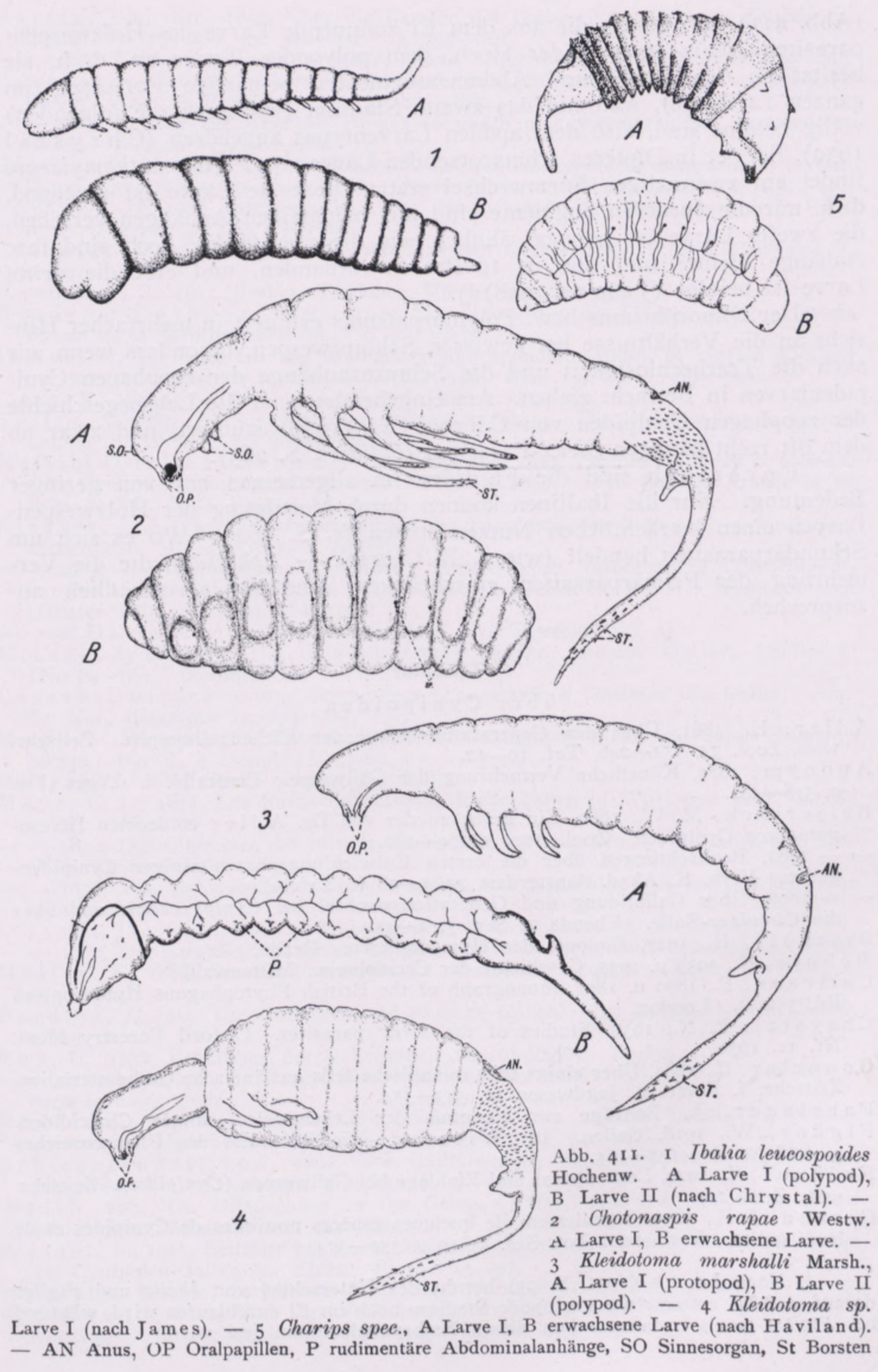


Abb. 411. 1 *Ibalia leucospoides* Hochenw. A Larve I (polypod), B Larve II (nach Chrystal). — 2 *Chotonaspis rapae* Westw. A Larve I, B erwachsene Larve. — 3 *Kleidotoma marshalli* Marsh., A Larve I (protopod), B Larve II (polypod). — 4 *Kleidotoma sp.* Larve I (nach James). — 5 *Charips spec.*, A Larve I, B erwachsene Larve (nach Haviland). — AN Anus, OP Oralpapillen, P rudimentäre Abdominalanhänge, SO Sinnesorgan, St Borsten

(Abb. 411). So gehört die aus dem Ei kommende Larve des Holzwespenparasiten *Ibalia leucospoides* Hoch. dem polypoden Typus an, d. h. sie besitzt an den Brust- und Abdomensegmenten beinartige Fortsätze (im ganzen 12 Paare), während das zweite Stadium (wie auch die folgenden) völlig beinlos sind, also dem apoden Larventypus angehören (Chrystal 1930). Bei der in Dipteren schmarotzenden Larve von *Figites anthomyiarum* findet ein zweimaliger Formwechsel statt: Die erste Larve ist protopod, d. h. nur die vorderen Segmente sind mit beinartigen Anhängen versehen, die zweite Larve ist polypod ähnlich wie die von *Ibalia*, doch sind ihre Anhänge kleiner und nur in 10 Paaren vorhanden, und erst die dritte Larve ist beinlos (James 1928) [1]).

Der Dimorphismus bzw. Polymorphismus erinnert in mehrfacher Hinsicht an die Verhältnisse bei gewissen Schlupfwespen, besonders wenn wir auch die Tracheenlosigkeit und die Schwanzanhänge der zoophagen Cynipidenlarven in Betracht ziehen. Am eingehendsten ist die Lebensgeschichte der zoophagen Cynipiden von Chrystal (1930) studiert, und zwar an dem oft recht häufigen *Sirex*-Parasiten *Ibalia* (s. S. 263).

Forstlich sind die Figitiden im allgemeinen nur von geringer Bedeutung. Nur die Ibaliinen können durch Vertilgung der Holzwespen-Larven einen beträchtlichen Nutzen stiften (s. S. 264). Wo es sich um Sekundärparasiten handelt (wie z. B. *Charips — Aphidius)*, die die Vermehrung der Primärparasiten einschränken, sind sie als schädlich anzusprechen.

Literatur

über Cynipoidea

Adler, H., 1881, Über den Generationswechsel der Eichengallwespen. Zeitschr. wiss. Zool. *35*, 151—246, Taf. 10—12.

Anonym, 1883, Künstliche Vermehrung der Gallwespe. Centralbl. f. d. ges. Fw. *9*, 578—582.

Beijerinck, M. W., 1880, Ein Beleg zu der von Dr. Adler entdeckten Heterogonie von Cynipiden. Zool. Anz. *3*, 179—180.

— — 1882, Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen. Verh. K. Akad. Amsterdam *22*, 1—98 (6 Tafeln).

— — 1896, Über Gallbildung und Generationswechsel bei *Cynips calicis* und über die *Circulans*-Galle. Ebenda 2. Ser, *5*, 1—43.

Bischoff, H., 1927, Biologie der Hymenopteren. Berlin.

Böhner, K., 1933 u. 1935, Geschichte der Cecidologie. Mittenwald.

Cameron, P., 1890 u. 1891, Monograph of the British Phytophagous Hymenoptera Bd. 3 u. 4. London.

Chrystal, R. N., 1930, Studies of the *Sirex* parasites. Oxford Forestry Mem. Nr. 11, 1930.

Councler, C., 1884, Über einige teils inländische teils ausländische Gerbmaterialien. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen *16*, 543—554.

Fahringer, J., Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise einiger Chalcididen.

Figdor, W., 1918, Gallen. In: Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches 3. Aufl., 2. Bd., 135—165.

Frühauf, E., 1924, Legeapparat und Eiablage bei Gallwespen (*Cynipidae*). Zeitschr. wiss. Zool. *121*.

Giraud, J. E., 1859, Signalement de quelques espèces nouvelles de Cynipides et de leurs galles. Verh. zool. bot. Ges. Wien *9*, 337—374.

---

[1]) Nach Imms (1931, S. 55) beruht der Unterschied von *Ibalia* und *Figites* darauf, daß bei ersterer das protopode Stadium noch im Ei durchlaufen wird, während bei *Figites* gewissermaßen schon dieses Embryonalstadium frei wird.

Hartig, Th., 1840—1843, Über die Familie der Gallwespen. Germars Zeitschr. f. Entom. *2*, 177—209. *3*, 322—358. *4*, 395—422.
— — 1879, Entomologisches. 1. *Cynips cincta*. Allg. Forst- u. Jagdztg. *55*, 265—269.
Hartwich, C., 1883, Übersicht der technisch und pharmazeutisch verwendeten Gallen. Arch. d. Pharm. 3. Ser., *21*, 820—872.
— — 1905, Beitrag zur Kenntnis einiger technisch und pharmazeutisch verwendeten Gallen. Ebenda *243*, 584—600.
Haviland, M., 1921, On the bionomics and postembryonic development of certain Cynipid hyperparasites of Aphides. Quart. Journ. of Microscop. Soc. *65*, 451—478.
Hedicke, H., 1929, Insektengallen. In: Die Rohstoffe des Tierreichs von F. Pax u. W. Arndt 2. Lfg. Berlin.
Hellwig, 1883, Die im Handel vorkommenden Gerbemittel. Forstw. Centralbl. *5*, 9—21.
Heymons, R., 1915, Brehms Tierleben, Vierte Aufl., S. 555.
Houard u. Darboux, 1908 u. 1909, Les Zoocécidies des Plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée Bd. 1 u. 2. Paris.
James, H. C., 1928, On the life-history and economic status of certain Cynipid parasites of Dipterous larvae etc. Ann. Appl. Biol. *15*, Nr. 2, 287—316.
Illés, F., 1872, Über Knoppern. Forstl. Blätter 144—147.
Keller, C., 1897, Forstzoologischer Exkursionsführer. Die Eichengallen S. 34—45. Leipzig u. Wien (Carl Fromme).
Keilin, D. et De la Baume-Pluvinel, G., 1913, Formes larvaires et biologie d'un Cynipid entomophage (*Eucoila Keilinii* Kieff.). Bull. Sci. de France et de Belg. 7e Sér., XVI. Fasc. i. 88—104.
Kieffer, J. J., 1899, Zusammenstellung der aus Cynipiden gezogenen europäischen Chalcididen. Ill. Zeitschr. f. Entom. *4*.
— — 1914, Die Gallwespen (Cynipiden) Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. In: Die Insekten Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. Bd. III. Hymenopteren (Dritter Teil), S. 1—90. Stuttgart.
— — u. Dalla-Torre, 1910, *Cynipidae*. Das Tierreich Bd. *24*.
Kinsey, A. C., 1929, The Gallwasp Genus *Cynips*. Indiana Univers. Studies *16* (No 84—86). Bloomington.
Lacaze-Duthiers, 1853, Recherches pour servir a l'histoire des Galles. Ann. Sc. Nat., Botanique *19*, 273—351.
Magnus, W., 1914, Die Entstehung der Pflanzengallen, verursacht durch Hymenopteren. 160 S., 4 Doppeltaf. Jena.
Malpighi, 1686, Opera omnia. De Gallis.
Mayr, G. L., 1871, Die mitteleuropäischen Eichengallen in Wort und Bild. 70 S., 7 Taf. Wien.
— — 1872, Die Einmieter der mitteleuropäischen Eichengallen. Verh. zool.-bot. Ges. Wien *22*, 669—726.
— — 1876, Die europäischen Cynipidengallen mit Ausschluß der auf Eichen vorkommenden. 24 S., 3 Taf. Wien.
— — 1881, Die Genera der gallenbewohnenden Cynipiden. 38 S. Wien.
— — 1882, Die europäischen Arten der gallenbewohnenden Cynipiden. 44 S. Wien.
Müller, F., 1885, Die Knoppernernte im westlichen Ungarn. Österr. Forstztg. *3*, 235—236.
Paeßler, J., 1919, Die Knoppern und sonstige Gallen. In: Ledertechnische Rundschau *11*.
Roß, H., 1932, Praktikum der Gallenkunde (Cecidologie). Berlin.
— — u. Hedicke, H., 1927, Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas usw. Jena.
Rowland, W., 1878, Beitrag zur Würdigung des Wertes forstlicher Nebennutzungen. Vereinsschr. Böhm. Forstver. Heft 103, 74—105.
Schlechtendal, von, 1891, Die Gallbildungen der deutschen Gefäßpflanzen. Jahresber. Ver. Naturkunde Zwickau S. 1—122.
Walsh, 1864, On Dimorphism in the Genus *Cynips*, with ant Appendix. Proc. entom. Soc. Philadelphia *2*, 443—500.
Weidel, F., 1911, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie der Cynipiden-Gallen der Eiche. Flora *102*. 297.
Wessely, J., 1860, Österreichs Rohstoffe. Vereinsschr. Böhm. Forstvr. *37*, 3—43.
Wimmer, E., 1922, Über das Vorkommen der Knopperngallwespe (*Cynips calicis* Burgsd.) in Deutschland. Zeitschr. ang. Ent. *22*, 445—447.

III. Unterordnung Aculeata[1]

Ameisen, Wespen, Bienen

Vorwiegend mittelgroße oder große, selten sehr kleine Tiere, von verschiedener Gestalt. Das auffallendste Merkmal besteht darin, daß das ♀ nie mehr mit einem Legestachel, durch den das Ei hindurchgleitet, ausgestattet ist, sondern an Stelle dessen mit einem Giftstachel (der allerdings, wie bei vielen Ameisen, stark reduziert sein kann), der mit einer Giftdrüse in Verbindung steht und zur Verteidigung oder auch zur Lähmung von Beutetieren dient. Das Ei tritt an dessen Basis aus.

Die Fühler sind immer mit begrenzter Gliederzahl, meist mit 12 oder 13 Gliedern; Flügel nur selten mit den Resten einer Subcosta, immer ohne geschlossene Analzelle im Vorderflügel, meistens mit relativ reichem Geäder, selten nur mit Aderresten. Viele Formen flügellos. Beine fast ausnahmslos mit 5 Tarsengliedern, Trochanter fast stets eingliedrig. Vorderbeine fast immer, Hinterbeine oft mit Putzapparat. Larven madenförmig, bein- und augenlos.

Bezüglich der systematischen Gruppierung und Reihenfolge der Aculeaten existieren in der Literatur große Verschiedenheiten je nach der Bewertung der einzelnen Merkmale durch die Autoren, wie bei einer Einsichtnahme in die bekanntesten unserer Hymenopteren-Bearbeitungen (wie die von Schmiedeknecht, Handlirsch, Börner usw.) ohne weiteres hervorgeht. Wir können uns aber hier nicht auf diese Meinungsverschiedenheit einlassen, zumal wir ja auch nicht alle aufgestellten Familien zu berücksichtigen haben, sondern uns nur auf solche beschränken, die mit der Waldbiocönose in irgendeinem den Forstmann interessierenden Zusammenhang stehen.

Wir werden hier folgende Familien behandeln:

Cleptidae und Chrysididae (Goldwespen),
Scoliidae (Dolchwespen),
Tiphiidae (Rollwespen),
Mutillidae (Spinnenameisen),
Formicidae (Ameisen),
Sphegidae und Pompilidae (Grabwespen),
Vespidae (Faltenwespen),
Apidae (Blumenwespen, Bienen).

Übersicht über die hier behandelten Familien der Aculeata

(in Anlehnung an Schmiedeknecht 1930)

1 Flügel vorhanden 2
— Ungeflügelte Formen 11
2 Das 1. Tarsenglied (Metatarsus) der Hinterbeine mehr oder weniger flachgedrückt, weit größer als die folgenden Glieder, wenigstens auf der Innenseite dicht bürstenartig behaart. Hinterleibsbasis nicht stielartig verschmälert.
10. Familie Apidae (Bienen)
— Der hintere Metatarsus mehr oder weniger schlank und zylindrisch, selten etwas verbreitert, immer ohne dichte bürstenartige Behaarung 3

[1]) Zusammenfassende Übersicht über die *Aculeata* (mit Ausnahme der Ameise): Friese, H., Die Bienen, Wespen, Grab- und Goldwespen, Insekten Mitteleuropas. Bd. I. Stuttgart 1926.

3 Der Hinterleibsstiel (das 1. Hinterleibssegment) mit aufrechter Schuppe oder aus 2, sehr selten nur aus 1 Knoten bestehend (Abb. 420). Tegulae (Flügelschuppen) fehlend. Flügel lose sitzend, mit unvollständiger Nervatur, den Hinterleib weit überragend. Fühler dünn, mit sehr langem Schaft.
6. Familie Formicidae (Ameisen)

— Hinterleibsstiel einfach, ohne Schuppe und nicht aus 1 oder 2 Knoten bestehend. Tegulae deutlich. Flügel meist kürzer als der Hinterleib 4

4 Vorderflügel in der Ruhe der Länge nach einmal gefaltet. Augen nierenförmig Prothorax hinten tief ausgerandet, die Tegulae erreichend. Die 1. Discoidalzelle stark verlängert, weit länger als die zwischen ihr und der Flügelbasis liegende Medianzelle. Zeichnung schwarz und gelb.
9. Familie Vespidae (Faltenwespen)

— Vorderflügel in der Ruhe nicht längsgefaltet. Die 1. Discoidalzelle kürzer als die Medianzelle 5

5 Pronotum nur schwach entwickelt, der Hinterrand desselben reicht nicht bis zur Flügelbasis. Augen nur bei 1 oder 2 Gattungen ausgerandet. Vielgestaltig und artenreich . . . . 7. Familie Sphegidae

— Der Hinterrand des Pronotums reicht bis zur Flügelbasis oder den Flügelschuppen 6

6 Das 1. Segment vom 2. nicht durch eine Einschnürung oder tiefe Bauchfurche abgesetzt. Hinterleib anhängend oder gestielt 7

— Das 1. Segment vom 2. abgesetzt, namentlich durch eine tiefe Einschnürung an der Bauchseite. Körper lang, Beine kurz. Kopf und Thorax grob punktiert . 9

7 Körper mit prachtvollen Metallfarben. Körper von oben gesehen mit 3 oder 4 Segmenten. Stachel mit 3 fernrohrartig ausziehbaren Ringen. Im Flügel keine deutlich geschlossene Cubitalzelle 8

— Körper nicht lebhaft metallisch gefärbt. Hinterleib von oben gesehen mit mehr als 4 Segmenten. Stachel nicht fernrohrartig. Beine, besonders die Hinterbeine, lang, die hintersten Schenkel bis zur Hinterleibsspitze oder noch darüber hinausreichend. Schienen und Tarsen dornig oder gezähnelt; Mittelschienen mit 2 Endsporen. Fühler nicht gekniet, die Glieder meist deutlich abgesetzt. Radialzelle der Vorderflügel weit von der Flügelspitze entfernt.
8. Familie Pompilidae *(Psammocharidae)* (Grabwespen)

8 Prothorax nach vorn halsartig verschmälert; Mesonotum kürzer als das Pronotum. Schildchen und Hinterschildchen fast flach. Hinterleib an der Basis verschmälert (Abb. 412 a); Bauchseite gewölbt.
1. Familie Cleptidae (Goldwespen)

— Prothorax nach vorn nicht halsartig verschmälert. Schildchen und Hinterschildchen mehr oder weniger gewölbt. Hinterleib an der Basis nicht verschmälert (Abb. 412 b); Bauchseite konkav.
2. Familie Chrysididae (Goldwespen)

9 Mittelhüften sehr weit voneinander entfernt. Beine kurz und dick, oft stark behaart und dornig; der Metatarsus so lang wie die Schienen. Beim ♀ die Fühler kurz und eingerollt, beim ♂ gerade, gegen das Ende schwach verdickt 10

— Mittelhüften einander stark genähert, ♀ flügellos.
5. Familie Mutillidae ♂ (Spinnen-Ameisen)

10 Hinterleib mit heller Zeichnung. Augen meist nierenförmig (dann Mittelschienen mit 1 Sporen), oder nicht ausgerandet (dann Mittelschienen mit 2 Sporen). Zum Teil stattliche und schön gefärbte Tiere (Abb. 413 a).
3. Familie Scoliidae (Dolchwespen)

— Körper glänzend schwarz, ohne helle Zeichnung. Augen innen nicht ausgerandet. Stigma im Vorderflügel deutlich, oval. Mittelschiene mit nur einem Sporn. Endsegmente des ♂ mit einem nach oben gerichteten Haken. Kleinere Tiere (Abb. 413 b) . . . . 4. Familie Tiphiidae (Rollwespen)

11 Hinterleibsstiel mit aufrechter Schuppe oder aus 2, sehr selten nur aus 1 Knoten bestehend. Fühler peitschenförmig, indem der Schaft stark verlängert ist.
6. Familie Formicidae (Arbeiter)

— Hinterleibsstiel sehr kurz, ohne Schuppe und nicht aus 1 oder 2 Knoten bestehend. Kopf kurz; Augen mehr oder weniger groß. Körper stark behaart, gedrungen. Kopf und Thorax mit grober Skulptur, Hinterleib meist mit Flecken- und Bindenzeichnungen (Abb. 415) . . 5. Familie Mutillidae ♀

1. u. 2. Familie: Cleptidae und Chrysididae (Goldwespen) [1]

Die Goldwespen gehören mit ihrem in den lebhaftesten Metallfarben (rot, grün, blau) glänzenden Körper zu den schönsten Wespen unserer Fauna.

Die **Cleptiden** stellen die ursprünglicheren Formen dar mit 4 (♀♀) bis 5 (♂♂) sichtbaren Abdominalsegmenten, nicht ausgehöhlter Abdomenunterseite und vorn halsförmig verschmälertem Prothorax.

Bei uns kommt nur eine einzige Gattung vor, Cleptes Latr., deren Arten bei Blattwespen parasitieren. Die häufigste Art ist Cleptes semiauratus L. (Abb. 412 a) (Kopf und Thorax beim ♂ grün, beim ♀ golden, Abdomentergite 1 und 2 gelb, Rest schwarz); sie macht ihre Entwicklung in den Larven und Puppen von *Nematus ribesii* Scop. und *pavidus* Lep. durch.

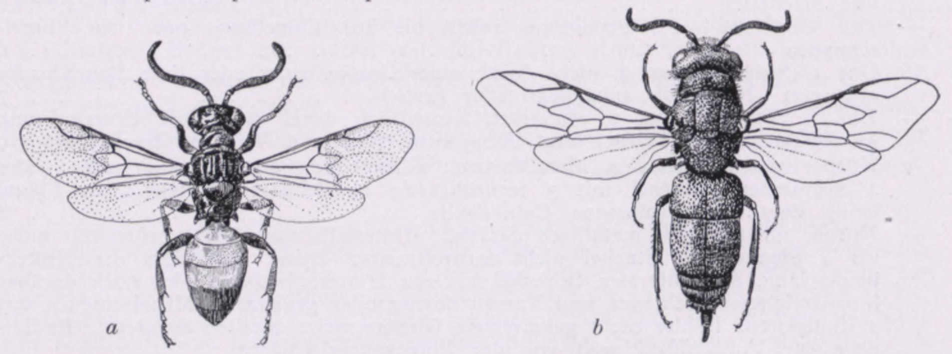


Abb. 412. Goldwespen. a *Cleptes semiauratus* L., b *Chrysis ignita* L. (4/1)

Bei den **Chrysididen** läßt das kurzgestielte Abdomen meist nur 2—4 sichtbare Segmente erkennen (die hinteren Segmente sind fernrohrartig eingestülpt); außerdem ist es auf der Ventralseite ausgehöhlt, so daß die Tiere sich vollkommen zusammenrollen können, was bei dem sehr dicken Chitinpanzer der Chrysididen einen ausgezeichneten Schutz bedeutet.

Alle Chrysididen sind Schmarotzer. Die meisten schmuggeln ihre Eier in die Nester der verschiedenen aculeaten Hymenopteren (Bienen, Wespen, Grabwespen) ein, so daß also in diesen Nestern zeitweise 2 Sorten von Eiern nebeneinander liegen: das Ei des Wirtes und das der Goldwespe [2]). Letzteres kommt meist wesentlich später aus als das Wirtsei, so daß die Goldwespenlarve bei ihrem Auskriechen bereits eine mehr oder weniger erwachsene Wirtslarve vorfindet, die ihre Nahrung bildet. Wenn sie, wie vielfach angegeben wird, nach dem Verzehren der Wirtslarve sich auch noch von den eingeschleppten und aufgespeicherten Nahrungsvorräten nährt, so wohl nur da, wo die Vorräte aus gelähmten Insekten bestehen (und nicht Pollen usw.), da die Chrysididen-Larven ausschließlich Fleischfresser sind.

---

[1]) Bischoff, H., 1933, Familie *Chrysididae*. In: Genera Insectorum. Brüssel. — Trautmann, W., 1927, Die Goldwespen Europas. Mit 2 color. und 2 schwarzen Tafeln. Weimar (Selbstverlag).

[2]) Dieses Einschmuggeln der Eier in fremde Nester ist nicht ohne Gefahr. Wird das Goldwespen-♀ dabei von der Eigentümerin des Nestes betroffen, so wird sie von dieser heftig bekämpft. Dabei kommt dem ertappten ♀ die Fähigkeit, sich zu einer unangreifbaren Kugel zusammenzurollen, sehr zustatten.

Man findet die Goldwespen an den Brutplätzen ihrer Wirtstiere oder auf Dolden und anderen Blüten, wo die Nektarien leicht zu erreichen sind; gerne hocken sie auch auf Blättern, um dem Blattlaushonig, ihrer Lieblingsspeise, nachzugehen. Im allgemeinen sind sie sehr sonnenliebend, bei trübem Wetter schlafen sie halb zusammengekugelt auf der Seite liegend in Verstecken. Die meisten Arten erscheinen von Mai bis Juli; viele haben zwei Generationen im Jahr.

Die häufigsten Arten sind Chrysis ignita L. (Abb. 412 b) (6—12 mm, Abdomen rotfarbig, Analsegment vierzähnig) und Chrysis cyanea L. (5—6 mm, blau gefärbt, dreizähnig). Erstere parasitiert bei *Eumenes, Odynerus, Trypoxylon, Philantus, Osmia* und *Eriades*, letztere bei *Trypoxylon, Odynerus* und *Eriades*.

3. u. 4. Familie: Scoliidae (Dolchwespen) und Tiphiidae (Rollwespen)

Die **Scoliiden** umfassen große lebhaft gefärbte Wespen mit borstiger, aber sparsamer Behaarung (Abb. 413 a). Hinter dem 1. Hinterleibsring ventral eine tiefe Querfurche. Die Familie ist in unserem Faunengebiet nur durch wenige Arten vertreten. Ihr Hauptverbreitungsgebiet sind die Tropen, wo zahlreiche große und prachtvolle Arten vorkommen.

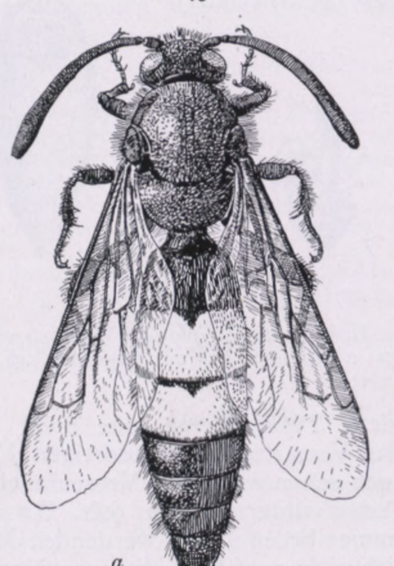




Abb. 413. a *Scolia hirta* Schrk., b *Tiphia femorata* F. (4/1)

Die ♀♀ der Scolien graben sich in die Erde ein, um dort lebenden Engerlingen nachzuspüren. Haben sie einen solchen aufgefunden, so lähmen sie ihn zunächst mit einem Stich und heften dann ein Ei an das gelähmte und wehrlos gemachte Tier. Die aus dem Ei auskommende Wespenlarve zwängt sich durch die Haut des Engerlings und dringt allmählich immer tiefer ein, schließlich sämtliche inneren Organe des Opfers ausfressend, was gleich wie das Wachstum der Larve sich sehr schnell vollzieht. Schließlich spinnt sich die Larve einen

Kokon in der hohlgefressenen Haut des Wirtes, um im folgenden Sommer die Imago zu geben.

Die große (20 mm) lebhaft gelb gebänderte Scolia hirta Schrk. (Abb. 413 a) schmarotzt bei *Rhizotrogus*-Arten, und die kleinere (11 mm) weißgefleckte Art mit bunten Flügeln, Scolia quadripunctata F., wahrscheinlich bei *Geotrupes*-Larven [1]).

Auch die Familie der **Tiphiiden** enthält nur wenige Arten, die wesentlich kleiner als die Dolchwespen sind und außerdem durch den einfarbig schwarzen Hinterleib sich von diesen unterscheiden (Abb. 413 b).

Die Tiphiiden schmarotzen in gleicher Weise wie die Scolien in den Larven von Lamellicorniern, wie *Aphodius* und *Rhizotrogus*. Tiphia femorata F., die weit verbreitet und meist in Menge im Sommer auf Dolden oder auf Gebüsch vorkommt, ist Parasit von *Rhizotrogus solstitialis*. „Das ♀ sticht die Käferlarve in die Brust, bis sie, wenigstens vorübergehend, so gelähmt ist, daß es das Ei unbehindert an die Brustseite legen kann. Die *Tiphia*-Larve saugt zunächst an der Außenseite und wächst wenig; erst später, wenn der Engerling abgestorben ist, dringt sie in diesen ein, um ihn völlig auszufressen (Abb. 414). Die Larvenzeit dauert etwa 3 Wochen.







a *b* *c*

Abb. 414. a Erwachsene Larve einer amerikanischen *Tiphia*-Art; b *Tiphia*-Larve (einer amerikanischen Art) beim Verzehren eines Engerlings; c *Tiphia*-Kokon mit Ausschlupfloch. Nach Davis

In Nordamerika spielen verschiedene *Tiphia*-Arten eine nicht unbedeutende Rolle bei der Regulierung der Vermehrung der dortigen Maikäfer *(Lachnosterna)*. Man hat daher auch schon mehrfach Versuche einer biologischen Bekämpfung mit *Tiphia*-Arten unternommen (cfr. Davis 1919, s. unten S. 482). Angesichts der immer bedenklicher werdenden Maikäfervermehrung in Deutschland möchte ich nicht verfehlen, die europäischen Entomologen auf die nützliche Rolle der Tiphien hinzuweisen. Jedenfalls liegt der Gedanke, die Tiphien auch bei uns einzuführen, nahe, worauf neuerdings auch Chr. Hofmann (D. Deutsche Forstwirt 1939, Nr. 18) hinweist.

5. Familie: Mutillidae (Spinnen-Ameisen)

Die Mutillen zeichnen sich durch einen sehr auffallenden Dimorphismus der beiden Geschlechter aus; die geflügelten wespenähnlichen ♂♂ unter-

[1]) Den Scoliiden nahestehend ist die kleine Familie der Sapygidae (Keulenwespen), die durch besonders kurze Beine und ferner durch lange keulenförmig verdickte Fühler sich auszeichnen. Sie sind Schmarotzer bei Bienen *(Osmia, Xylocopa)*.

scheiden sich so stark von den ungeflügelten ameisenähnlichen ♀♀ (Abb. 415), daß ihre Zusammengehörigkeit oft erst dadurch festgestellt werden konnte, daß man die beiden in der Kopula überraschte.

Die mit meist dicht anliegendem samtartigem Haarkleid bedeckten und oft recht bunt gefärbten ♀♀ rennen mit „wahrhaft ameisenartiger Behendigkeit" über den Erdboden dahin, um passende Brutgelegenheiten zu suchen. Solche sind gegeben in den Nestern von Bienen und Wespen, da die Mutillen-Larven sich in den Larven von Hummeln, Bienen, Falten- und Grabwespen entwickeln. Das ♀ von Mutilla europaea L. durchsticht mit seinem kräftigen, nach abwärts gekrümmten, langen Stachel die feine Wachsdecke, welche die Hummellarven samt dem Speisebrei umgibt und versenkt sodann die Spitze desselben in die junge Hummellarve, um ein Ei in ihr unterzubringen. Der Parasitismus der Mutillen kann einen solchen Umfang annehmen, daß der größte Teil der Wirtsbrut zugrunde gerichtet wird.



Abb. 415. *Mutilla europaea* L. (4/1)

Das ♀ einer anderen Mutillide, von Methoca ichneumonoides Latr., schmarotzt bei *Cicindela hybrida,* wobei die Eiablage nach den Beobachtungen von Adler unter recht schwierigen Verhältnissen vor sich geht: Wenn die *Methoca*-Wespe sich der Röhre einer Cicindelen-Larve (s. Bd. II, S. 40) nähert, schnappt letztere nach ihr. Diese ist aber gewöhnlich noch flinker und weiß sich den gefährlichen Kiefern geschickt zu entziehen. Nun aber wird die *Methoca* zur Angreiferin, sie springt von hinten auf den Kopf der *Cicindela*-Larve und versetzt ihr in dem Augenblick, da sie den Kopf nach abwärts biegt, in deren freiwerdende Kehle oder zwischen die Vorderbeine einen Stich, der sofort die Lähmung der Larve herbeiführt. Jetzt heftet das *Methoca*-♀ sein Ei an die wehrlose Larve und verläßt danach die Röhre, die sie schließlich mit Sand ausfüllt, und deren Mündung sie so ausgleicht, daß nichts mehr von ihr zu merken ist (Reuter, s. unten S. 482).

6. Familie: Formicidae (Ameisen) [1]

Die Ameisen sind staatenbildende polymorphe Insekten, hauptsächlich charakterisiert durch einen eingliedrigen mit einer aufrechten Schuppe besetzten oder einen zweigliedrigen aus zwei aufeinanderfolgenden Knoten bestehenden Hinterleibsstiel, der von dem ersten oder den beiden ersten Abdominalsegmenten gebildet wird (Abb. 416). Von den übrigen geselligen Hymenopteren weichen sie auch noch durch die flügellosen Arbeiter ab.

Fühler gekniet mit meist sehr langem eingliedrigem Schaft und einer mehrgliedrigen (4—12) am Ende oft keulenförmig verdickten Geißel. Mandibeln in der Regel stark entwickelt, vorne mit breitem mehrzahnigem „Kaurand" (nur bei den Sklavenhaltern wie *Polyergus* ist der Kaurand glatt). Clypeus mehr oder weniger deutlich abgegrenzt und gewölbt; über demselben meist ein abgegrenztes dreiseitiges Stirnfeld (Abb. 417 A). Von den oberen Seiten des Clypeus entspringen die sogenannten Stirnleisten (Abb. 417 B), die das Stirnfeld, zuweilen auch den oberen Teil des Clypeus einschließen. Der Thoraxabschnitt ist verschieden gebaut, je nachdem es sich um geflügelte (♀ und ♂) oder um un-

[1] Escherich, K., 1917, Die Ameise. 2. Aufl. — Stitz, H., 1939, Ameisen oder *Formicidae.* In: Die Tierwelt Deutschlands.

geflügelte Formen (Arbeiter ☿) handelt: Bei den ersteren zeigt der Mesothorax die größte Entwicklung und der Prothorax ist meist nur schmal, bei den flügellosen Arbeitern ist dagegen der Prothorax stark entwickelt, etwa 1/3 der Gesamt-

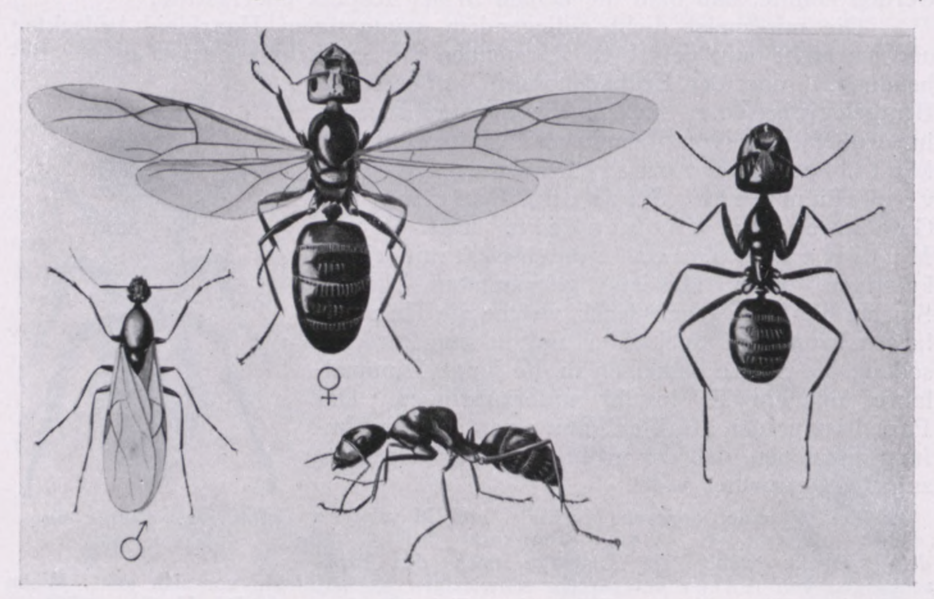


Abb. 416. *Camponotus herculeanus* L. Weibchen (links oben), Männchen (links unten), Arbeiter (rechts und unten)

thoraxlänge ausmachend. Auch die Verwachsungen der verschiedenen Thoraxabschnitte sind bei den Arbeitern weit ausgedehnter als bei den geflügelten Geschlechtstieren. Der hintere Abschluß des Brustabschnittes geschieht durch das sogenannte Epinotum, welches häufig mit Fortsätzen besetzt ist.

Die Flügel, nur bei den ♀♀ und ♂♂ vorhanden, überragen in der Regel den Hinterleib und haben eine ziemlich auffallende Nervatur, indem meist nur 1 Cubitalzelle (selten 2) und höchstens 1 Diskoidalzelle vorhanden (Abb. 418) ist. Bei den ♀♀ werden die Flügel nach dem Hochzeitsflug abgeworfen; die entflügelten ♀♀ sind an den Flügelresten und an der starken Entwicklung des Mesonotums ohne weiteres zu erkennen. — Die Beine besitzen nur einen Schenkelring. Die Vorderbeine besitzen einen Putzapparat, der aus einem sehr kräftigen gebogenen tibialen, an seiner Innenseite gekämmten Sporn und einem tarsalen Kamm auf der dem Sporn gegenüberliegenden Partie des 1. Tarsengliedes besteht. Das Abdomen der Ameisen zeichnet sich besonders dadurch aus, daß das 1. Segment oder die beiden ersten Segmente, stark verengt sind, wodurch der „eigentliche Hinterleib" (Gaster) durch ein

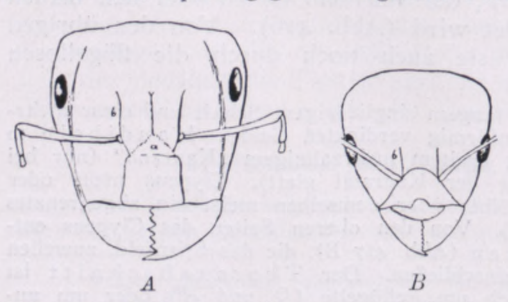


Abb. 417. A Kopf von *Camponotus*; B Kopf von *Tapinoma*, a Stirnfeld, b Stirnleisten. Nach Schmiedeknecht



Abb. 418. Vorderflügel von *Formica* mit einer Cubital (c) und einer Discoidalzelle (d). Aus Schmiedeknecht

„Stielchen (Petiolus) vom Thorax getrennt erscheint (Abb. 420). Ist nur 1 Stielchenglied vorhanden, dann trägt es eine verschieden gestaltete „Schuppe"; ist es zweigliedrig, so ist das 1. Glied gewöhnlich vorne dünn und hinten knotenförmig verdickt und das 2. in seiner ganzen Ausdehnung knotenförmig. Die Form des Stielchens spielt in der Systematik eine große Rolle. Dem Stielchen verdankt die Ameise ihre überlegene Beweglichkeit und Gelenkigkeit, die um so größer ist, je länger das Stielchen und je lockerer die Artikulation seiner Glieder ist.

Die Form des auf das Stielchen folgenden „eigentlichen Hinterleibs" oder Gaster ist sehr verschieden: rund, oval, länglich, herzförmig usw. Die Zahl der Segmente beträgt gewöhnlich 4 (♀ und ☿) und 5 (♂). Eine biologisch besonders bemerkenswerte Eigenschaft des Gaster ist seine oft enorme Ausdehnungsfähigkeit, die nicht nur der Entwicklung einer großen Eizahl, sondern vor allem auch der Ansammlung von Nahrungsvorräten zugute kommt.

Ein Giftstachel (Wehrstachel) ist nur bei einem Teil der Ameisen vorhanden: wo er fehlt *(Camponotini)*, beißen die Ameisen zuerst eine Wunde in den feindlichen Körper, krümmen dann ihren Hinterleib nach vorne, um so das Gift in die Wunde zu spritzen. Wie weit die Ameisen ihr Gift zu spritzen vermögen, kann man leicht dadurch erfahren, daß man an einem heißen Sommertag einen größeren Haufen der Waldameisen beunruhigt: ein dichter Sprühregen ergießt sich sogleich aus der Nestkuppel, Gesicht und Hände des Friedensstörers benetzend.

Der Polymorphismus drückt sich im einfachsten Fall durch die drei Formen: Männchen (♂), Weibchen (♀) und Arbeiter (☿) aus (Abb. 416).

Männchen und Weibchen stimmen im Besitz der Flügel überein (die allerdings beim ♀ später abgeworfen werden), unterscheiden sich aber sehr wesentlich durch folgende Merkmale: Der Habitus des ♂ ist fast immer viel schlanker und zarter als der des ♀, der Kopf des ♂ ist unverhältnismäßig kleiner und flacher als der des ♀. Die Fühler des ♂ besitzen gewöhnlich eine größere Gliederzahl als die des ♀. Das gleiche gilt für die Zahl der Abdominalsegmente.

Die Arbeiterform ist aus der Weibchenform hervorgegangen durch Rückbildung der Flügel und Reduktion der Geschlechtsorgane. Das Fehlen der Flügel drückt sich in einer verschiedenen Gestaltung des Thorax aus, vor allem des Mesonotums, das beim ♀ ungleich voluminöser ist als beim ☿. Auch bezüglich der Körpergröße existieren meist auffallende Unterschiede zwischen ♀ und ☿, die bisweilen ins Gewaltige gesteigert werden können. Andererseits gibt es auch Arten, deren ♀♀ und ☿☿ bezüglich ihrer Größe nur wenig oder gar nicht voneinander abweichen. Und zwischen diesen Extremen stehen eine Reihe von Formen mit nur mäßigen Größendifferenzen (wie z. B. unsere *Formica*- und *Camponotus*-Arten). Des weiteren sind einige Unterschiede bezüglich der Kopfbildung zu erwähnen; der Kopf des Arbeiters ist meist größer und gewölbter als der des ♀, ferner fehlen dem ersteren gewöhnlich die 3 Stirnaugen; auch die Seitenaugen des ♀ sind kleiner als die des ☿. So nimmt der Arbeiterkopf gewissermaßen eine Mittelstellung zwischen dem Kopf des ♀ und des ♂ ein.





a *b* *c*

Abb. 419. Larve (a) und Puppe (aus dem Kokon herausgenommen) (b) und Kokon (c) von *Camponotus herculeanus* L.

Auch die Arbeiterkaste selbst kann polymorph

auftreten, im einfachsten Fall in der Weise, daß die Arbeiter verschieden groß, aber durch Übergänge miteinander verbunden sind („inkompletter Polymorphismus"). Andererseits gibt es Ameisenarten, bei denen sehr große und sehr kleine Formen von Arbeitern unvermittelt einander gegenüberstehen. Häufig zeichnen sich in diesen Fällen die großen Formen noch durch besondere Merkmale aus, wie z. B. auffallend große oder abweichend geformte Köpfe oder durch mächtige säbelförmige Mandibeln usw. Solche Formen werden als „Soldaten" bezeichnet — eine Bezeichnung. die nicht immer gerade sehr glücklich ist, da deren Tätigkeit und Benehmen oft sehr wenig „soldatisch" ist [1]) (s. Bd. I, S. 47, Fig. 48).

Die Eier der Ameisen sind winzig klein, länglich oval (kaum länger als 0,5 mm), gelblich weiß; sie liegen meist in kleinen Häufchen beisammen. Was im Volksmund als „Ameiseneier" bezeichnet wird, sind die Puppen bzw. die Kokons der Ameisen.

Die Larven sind ebenfalls weißlich oder weißlichgelb gefärbt; mehr oder weniger gedrungen und etwas gekrümmt, ziemlich fein und dicht behaart, Kopf deutlich hervorstehend, Mundteile bräunlich.

Die Puppen sind „freie Puppen", teils ohne, teils mit Kokon. Letzterer ist tönnchenförmig, dicht und undurchsichtig, sonst aber sehr dünn und weich, bräunlichweiß, mit einigen Fältchen. An einem Ende ein schwarzer Fleck, von der abgestreiften letzten Larvenhaut und dem ausgestoßenen Kot herrührend, — ein Zeichen der erfolgten Verpuppung.

Systematische Übersicht

Die unser Faunengebiet bevölkernden Ameisen verteilen sich auf rund 60 verschiedene Formen, von denen aber nur ein Teil durch ihre Häufigkeit, ihre Bauten usw. auffallend in Erscheinung tritt.

Für unsere Zwecke genügt es, die wichtigsten Formen, die uns im Wald, im Garten und auch im Feld immer wieder begegnen, hier zu berücksichtigen. Darnach kommen 2 Unterfamilien in Betracht: Die Myrmicinen und Camponotinen [2]), die sich durch leicht erkennbare Merkmale unterscheiden lassen:

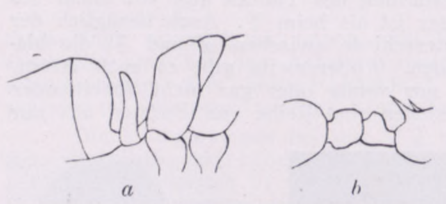


Abb. 420. Mittelkörper mit Stielchen von a *Camponotus*, b *Myrmica*. Aus Schmiedeknecht

Myrmicinae.
Hinterleibstielchen zweigliedrig (s. Abb. 420 b). Giftstachel vorhanden.

Camponotinae.
Hinterleibstielchen eingliedrig (s. Abb. 420 a) mit einer aufrechtstehenden Schuppe besetzt.

Myrmicinae

Die Myrmicinen enthalten mittelgroße bis sehr kleine Arten, die großenteils in der Erde, unter Steinen, unter Rinde usw. leben. Einige von ihnen leben mit anderen Ameisen zusammen in gemischten Kolonien als Sklavenhalter, oder als Gäste, Diebe usw., wie Angehörige der Gattungen *Strongylognathus, Harpagoxenus, Formicoxenus, Solenopsis* und *Anergates*. Die einzige Art der letzten Gattung *(A. atratulus* Schenk), die bei der Rasenameise *(Tetramorium)* lebt, zeigt starke Degenerationserscheinungen,

[1]) Auf die übrigen Formen des Ameisenpolymorphismus kann hier nicht näher eingegangen werden (s. hierüber die oben genannten Werke).

[2]) Die in unserem Gebiet noch vorkommende Unterfamilie der Ponerinen können wir unberücksichtigt lassen, da sie hier nur in 1 Art, die recht selten ist, vertreten ist.

indem die Arbeiterkaste vollkommen fehlt, die flügellosen Männchen larvenähnlich sind usw.

Die uns interessierenden Myrmicinen gehören den Gattungen Myrmica Latr., Tetramorium Mayr. und Leptothorax Mayr. an.

Myrmica Latr.

Mittelgroße Arten (3,5—5,5 mm). Clypeus mit halbkreisförmig gerundetem Hinterrand, Stirnfeld dreieckig vertieft, ziemlich scharf umgrenzt. Die in unserem Faunengebiet vorkommenden häufigsten 3 Arten sind ziemlich übereinstimmend heller oder dunkler gelb — oder rotbraun gefärbt; sie lassen sich folgendermaßen unterscheiden:

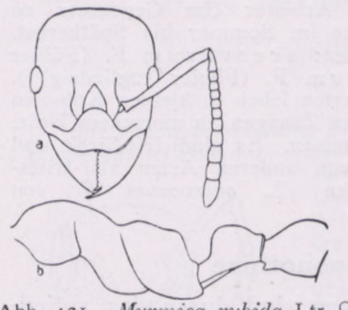


Abb. 421. *Myrmica rubida* Ltr. ♀, a Kopf, b Thorax und Stielchen. Aus Stitz

1 Epinotum unbewehrt, ohne Dornen (Abbild. 421 b). Mandibeln mit 2 großen Endzähnen hinter diesen 10—12 kleinere (Abbild. 421 a). Länge 7—8,5 mm. Größte deutsche *Myrmica*-Art. — Ihr Stich ist sehr wirksam und selbst für Menschen sehr schmerzhaft. Nistet in der Erde unter Steinen; errichtet zuweilen auch Erdkrater oder -kuppeln. Geflügelte Geschlechtstiere Mai bis September . . . . . . M. rubida Ltr.

— Epinotum mit kräftigen Dornen oder Zähnchen (Abb. 420 b); Mandibeln im ganzen nur mit 4—8 Zähnen. Länge 3—5,5 mm 2

2 Fühlerschaft an der Basis in flachem Bogen gekrümmt. Länge 4—5,5 mm. Geflügelte Juli bis September . . . . . . M. rubra L.

Tritt in mehreren Rassen auf, von denen folgende zwei genannt seien:

M. rubra laevinodis Nyl.: Epinotum-Dornen kürzer, ihr Zwischenraum glatt und glänzend, ebenso das 2. Stielchenglied. — Liebt Feuchtigkeit.

M. rubra ruginodis Nyl.: Epinotum-Dornen länger, ihr Zwischenraum quergestreift. — Liebt Trockenheit.

— Fühlerschaft an der Basis plötzlich gekrümmt oder geknickt und an der geknickten Stelle meist mit einem zahn- oder lappenförmigen Anhang. Länge 3,5—5 mm. — Nester gewöhnlich mehr an trockenen Stellen in Sandboden, unter Steinen, in zerfressenen Kiefernstangen. Geschlechtstiere im Spätsommer . . M. scabrinodis Nyl.

Sowohl der Fühlerschaft als auch das Epinotum zeigt innerhalb der Art *scabrinodis* verschiedene Abweichungen, die zur Aufstellung mehrerer Rassen geführt haben (*lobicornis* Nyl., *rugulosa* Nyl., *schenki* Em.).

Tetramorium Mayr.

Die einzige bei uns vorkommende Art Tetramorium caespitum L. („Rasenameise") ist wesentlich kleiner als die *Myrmica*-Arten (2,5—3,5 mm), braun bis schwarzbraun gefärbt. Clypeus hinten abgerundet, Stirnfeld nicht abgegrenzt (Abb. 422). Kopf und Thorax mit scharf ausgeprägter Längsskulptur. Stielchen fein gerunzelt punktiert, Abdomen glatt und glänzend. Beträchtliche Größenunterschiede zwischen Arbeiter und Geschlechtstieren, die 6—8 mm messen.

Die Rasenameise ist in ganz Europa sehr häufig und euryök. Sie nistet meist in offenem Terrain unterirdisch, häufig von einer Erdkuppel bedeckt; im Gebirge zuweilen in Felsspalten; ferner im Nadel- und Mischwald und selbst in feuchtem Buchenwald an Weg- oder Waldrändern, ferner in Gärten und Anlagen, auch auf viel betretenen Wegen.

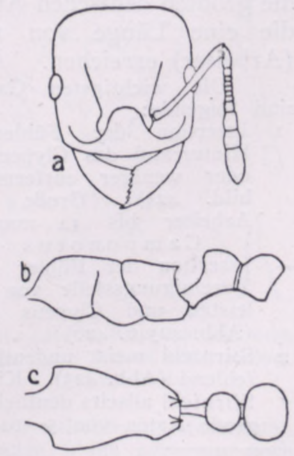


Abb. 422. *Tetramorium caespitum* L. ♀. a Kopf, b Thorax und Stielchen von der Seite, c von oben. Aus Stitz

Als Hausameise kommt sie in Vorratskammern und in Blumentöpfen vor. Sie ist sehr kampfeslustig, bringt gelegentlich auch Samen als Vorrat ein. Geflügelte Geschlechtstiere treten im Juni und Juli auf.

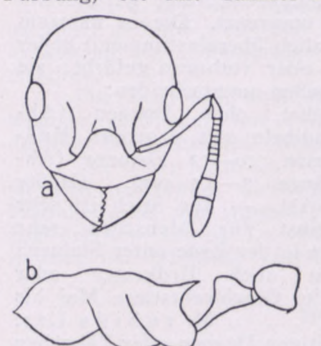
Mit *Tetramorium* leben verschiedene andere Ameisenarten in gemischten Kolonien *(Strongylognathus, Anergates)*.

Leptothorax Mayr.

Die Gattung *Leptothorax* enthält kleine Tiere (2,2—3,7 mm) mit hellerer Färbung, oft mit dunkler Zeichnung. Fühler 11- oder 12gliedrig mit deutlicher Keule. Clypeus hinten halbkreisförmig abgerundet, Stirnfeld vertieft, nach hinten nicht abgegrenzt (Abb. 423). Die Geschlechtstiere nur wenig größer als die Arbeiter (im Gegensatz zu *Tetramorium*). Geflügelte im Sommer bis Spätherbst.

Bei uns zwei Arten: acervorum F. (Fühler 11gliedrig) und tuberum F. (Fühler 12gliedrig) [1].

Die *Leptothorax*-Arten leben in kleinen Kolonien unter der Rinde, in hohlen Zweigen, in morschem Holz, in Gallen oder unter Steinen. Es sind friedliche und furchtsame Tiere, die von anderen Arten als Hilfsameisen benützt werden *(L. acervorum F.* von *Harpagoxenus)*.



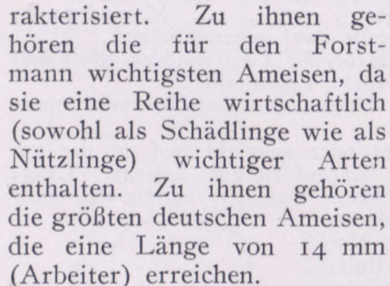


Abb. 423. Eine *Leptothorax*-Art. a Kopf, b Thorax und Stielchen. Aus Stitz

Camponotinae

Die Camponotinen sind durch das 1gliedrige, eine Schuppe tragende Stielchen (Abb. 420 a) und das Fehlen eines Wehrstachels gut charakterisiert. Zu ihnen gehören die für den Forstmann wichtigsten Ameisen, da sie eine Reihe wirtschaftlich (sowohl als Schädlinge wie als Nützlinge) wichtiger Arten enthalten. Zu ihnen gehören die größten deutschen Ameisen, die eine Länge von 14 mm (Arbeiter) erreichen.

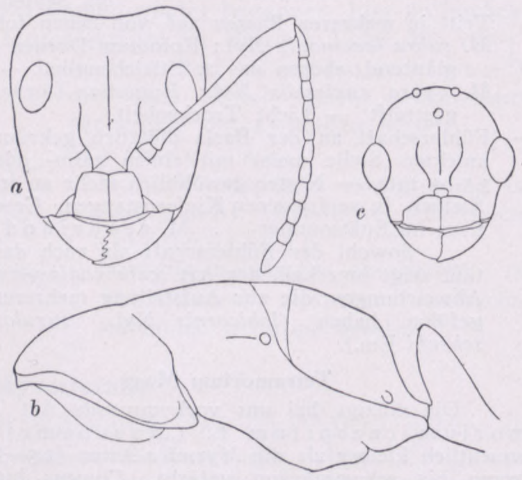


Abb. 424. *Camponotus ligniperdus* Ltr. a u. b Kopf und Thorax von ☿, c Kopf von ♂. Aus Stitz

Die wichtigsten Gattungen sind folgende:

1 Insertion der Fühler vom Hinterrand des Clypeus mehr oder weniger entfernt (Abbild. 424). Große Arten, Arbeiter bis 14 mm lang. . . . Camponotus Mayr.

— Insertion der Fühler an der Vereinigungsstelle von Stirnleisten und Clypeus gelegen (Abb. 425 u. 426) 2

2 Stirnfeld meist undeutlich begrenzt, Stirnaugen sehr schwach entwickelt oder fehlend (Abb. 425). Kleinere Arten von 2—5 mm . . . . . . Lasius Fb.

— Stirnfeld allseits deutlich begrenzt; Stirnaugen gut ausgebildet (Abb. 426). Mittelgroße Arten von 5—10 mm . . . . Formica L. [2]

---

[1]) Die beiden Arten, besonders *tuberum* F., treten in einer Anzahl Rassen auf, die mit besonderen Namen belegt sind.

[2]) Zu den Camponotinen gehört die hellrotbraune Amazonen-Ameise Polyergus rufescens Latr., die in geschlossenen Raubzügen Sklavenjagden auf die

Camponotus Mayr.

Die Gattung *Camponotus* ist über die ganze Welt verbreitet mit rund 1000 verschiedenen, teils sehr stattlichen und schönen Formen. In unserem Faunengebiet kommen 4—5 Arten vor, von denen uns nur eine interessiert: C. herculeanus L., „Die Roßameise". Sie ist die größte deutsche Art (♀ bis 14 mm) und tritt in verschiedenen Formen auf:

1 Thorax und Schuppe mehr oder weniger rotbraun.
  a) Vorderfläche des ersten Gastersegmentes in der Hauptsache schwarz, höchstens dicht um die Stielcheneinlenkung herum rotbraun, Gaster matt. herculeanus herculeanus L.
  b) Vorderfläche des ersten Gastersegmentes in größerer Ausdehnung rotbraun, Gaster ziemlich glänzend . . . . herculeanus ligniperdus Ltr.

2 Thorax, Schuppe und Abdomen schwarz, matt mit leichtem Seidenschimmer. herculeanus vagus Scop. (= *pubescens* F.)

Über die Verbreitung der drei Formen siehe unten S. 460.

Lasius F.

Die Arten der Gattung *Lasius* sind wesentlich kleiner und zarter gebaut als die *Camponotus*-Arten (rd. 2—5 mm lang) und unterscheiden sich außerdem noch durch die Insertion der Fühler und das nur undeutliche Stirnfeld (Abb. 425). Die ♀♀ sind im Verhältnis zu den Arbeitern sehr groß, die ♂♂ dagegen von der Größe der Arbeiter oder kleiner. Die *Lasius*-Arten gehören zu den häufigsten Ameisen unseres Faunengebietes und begegnen uns überall auf Schritt und Tritt, sei es im Wald, auf Wiesen, an Wegrändern, im Garten oder im Haus. Nester meist in der Erde mit oder ohne Oberbau, unter Steinen, in Mauerspalten, Gesteinsrissen, in Baumstümpfen und auch in selbstfabrizierten Kartonnestern in Baumhöhlen usw. Geschlechtstiere im Hochsommer bis Herbst große Schwärme bildend.

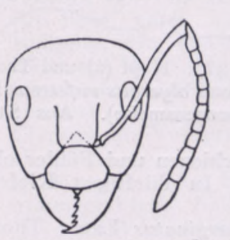


Abb. 425. Kopf von *Lasius niger* L. Aus Stitz

Die bei uns vorkommenden häufigeren Arten lassen sich folgendermaßen unterscheiden:

1 Tiefschwarz, stark glänzend, Hinterleib nur mit kurzen abstehenden Haaren besetzt. Hinterrand des Kopfes tief ausgeschnitten (Abb. 428). Besitzen einen besonderen Geruch. Kartonnest (oft sehr groß) in alten Bäumen (vor allem Pappeln und Weiden) oder auch in der Erde. Hochzeitsflug im Juni, Juli (abends und auch zur Nachtzeit). Nahrung animalische Stoffe, Blattlaushonig. Rauben auch Puppen und Larven anderer Arten zwecks Sklavenhaltung L. fuliginosus Latr.

— Körper nicht einfarbig tiefschwarz, bräunlich, grau, gelb oder zweifarbig, reichlich anliegend behaart, Hinterrand des Kopfes nicht oder nur wenig ausgeschnitten 2

2 Der ganze Körper gelb 3

— Körper braun, grau oder bräunlich gelb . . . 4

3 Schuppe kurz, oben breiter als unten. Schienen ohne abstehende Behaarung. Innerhalb der Arbeiterkaste beträchtliche Größenunterschiede; bei den größten Formen Kopf und Hinterleib rötlich oder bräunlich gelb. Die kleinste gelbe Art. Länge 2—4 mm.

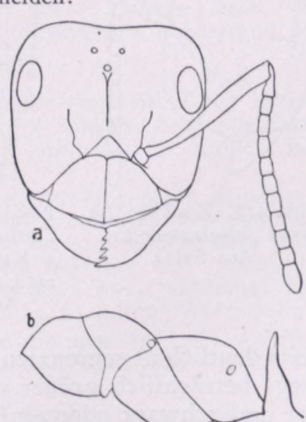


Abb. 426. a Kopf von *Formica rufa* L., b Thorax mit Stielchen. Aus Stitz

---

Nester von *Formica fusca* unternimmt, und deren Mandibeln sichelförmig gekrümmt, mit glattem Innenrand und äußerst scharfer Spitze versehen (Abb. 427) nur noch als Angriffswaffe zur Durchbohrung der feindlichen Ameisenschädel dient. Ferner Colobopsis truncata Spin., die ausschließlich im Holz nistet (mit Vorliebe in Ästen von Nußbäumen) und deren Soldat mit seinem scharf abgestutzten Vorderkopf die Eingangsöffnung zum Nest wie mit einem Stöpsel verschließt.

Sehr anpassungsfähig, euryök, sowohl auf feuchtem wie trockenem Boden, in feuchten und trockenen Wäldern, auch in Sumpfgebieten. Nest unter Steinen oder mit Erdkuppen (bis 60 cm hoch) bedeckt. Hauptnahrung Blattlaushonig (Wurzelaphiden). Hochzeitsflug Juli bis Oktober . . . . . L. f l a v u s F.

— Schuppe höher, länglich, oben schmäler als unten. Polymorphismus der Arbeiterkaste geringer. Größere gelbe Art (3,5—5 mm). Schienen mit abstehender Behaarung (eine Rasse ohne abstehende Behaarung der Schienen wird als *r. mixtus* Nyl. abgetrennt).

Mehr in trockenen Gebieten; am häufigsten in Kiefernwäldern mit sandig steinigem Boden. Nest meist unter Steinen (zuweilen Kartonbau). L. u m b r a t u s N y l.

4 Thorax nicht oder nur wenig heller als Kopf und Abdomen. Fühlerschaft mit abstehenden Haaren. Länge 2,5—4 mm . L. n i g e r L.[1])

Eine der häufigsten Ameisen Europas. Liebt feuchten Untergrund. In allen Wäldern, an Waldrändern und im Innern. Nester unterirdisch unter flachen Steinen oder mit Erdkuppel, oder Holznester in alten Stöcken. An Waldwegen oft Erdkuppelbauten bis zu 50 cm Höhe (Einfangen von Sonnenstrahlen!). Zuweilen auch dünner Kartonbau.

Abb. 427. Kopf (a) und Thorax (b) von *Polyergus rufescens* Ltr. (Amazonenameise). Aus Stitz

Von den Rassen seien genannt:

L. niger alienus Först.: Färbung wie bei *niger,* doch Schienen und Fühler ohne abstehende Behaarung. — Liebt mehr trockene Gegenden. In dürftigen Kiefernwaldungen. Nest unter Steinen.

L. niger emarginatus Latr.: Thorax bedeutend heller als Kopf und Hinterleib; Fühlerschaft und Schienen mit abstehender Behaarung. Wärmeliebend. Nester an Waldrändern, in Mauerspalten, in Häusern in morschen Holzbalken usw.

L. niger brunneus Latr.: Färbung wie beim vorigen; doch Fühlerschaft und Schienen ohne abstehende Behaarung. — Scheint mehr Trockenheit zu lieben. Nester häufig in morschen Bäumen.

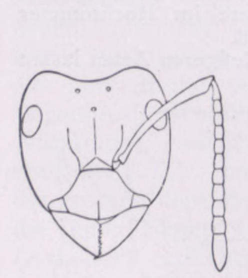


Abb. 428. Kopf von *Lasius fuliginosus* Ltr. Aus Stitz



Abb. 429. *Formica exsecta*; a Kopf, b Oberrand der Schuppe. Aus Stitz

Formica L.

Die Gattung *Formica* unterscheidet sich von der vorigen durch das Vorhandensein von gut ausgebildeten Stirnaugen und eines allseits deutlich abgegrenzten Stirnfeldes (s. Abb. 426). Ihre Arten sind durchwegs beträchtlich größer und kräftiger als die *Lasius*-Arten. Körper meist rot und schwarz oder einfarbig schwarz oder schwarzbraun gefärbt.

Von der Gattung *Formica* sind weit über 100 Arten bekannt, die fast sämtlich die nördliche Halbkugel bewohnen. Die Kolonien können

[1]) Eine in Form und Farbe dem *L. niger* L. ähnliche Ameise ist T a p i n o m a e r r a t i c u m L t r. (einer der wenigen Vertreter der Unterfamilie der Dolichoderinen), die sich aber durch den Bau des Clypeus, der sich zwischen den Stirnleisten fortsetzt (s. Abb. 417 B), und durch die kleine, knotenförmige, nach vorn geneigte Schuppe leicht unterscheiden läßt. — Die in ihren Bewegungen sehr schnelle Ameise nistet an trockenen steinigen Stellen in der Erde.

einen Riesenumfang erreichen, was sich oft in gewaltigen Kuppelbauten („Ameisenhaufen") ausdrückt. So gehören die *Formica*-Arten in ihren Lebensäußerungen zu den auffallendsten Erscheinungen der Ameisenwelt in unserem Faunengebiet. Da sie ferner als Wohnstätte den Wald oder wenigstens dessen Ränder bevorzugen, so kommt der Forstmann mit ihnen am häufigsten von allen einheimischen Ameisen in Berührung. Sie leben von Blattlaus-Honig und vom Raub anderer Insekten und können durch Vernichtung forstschädlicher Insekten sehr nützlich werden.

Die ♂♂ und ♀♀ stellen sich häufig zu verschiedenen Zeiten ein. Eine Schwarmbildung findet nicht statt. Die meisten *Formica*-Arten haben die Fähigkeit der unabhängigen Koloniegründung verloren und sind hierzu auf fremde Hilfe angewiesen.

Die wichtigsten *Formica*-Arten sind folgendermaßen zu unterscheiden:

1 Clypeus am Vorderrand in der Mitte ausgeschnitten bzw. eingebuchtet. Hell oder dunkelrot, Oberkopf und Stirn mehr oder weniger braun, Abdomen dunkel mit grauer Pubescens. 6—9 mm. — Liebt trockene Böden. Nester meist an Waldrändern oder in lichten Stellen im Wald, in morschen Baumstümpfen oder in der Erde, unter flachen Steinen, gewöhnlich ohne Oberbau. Selten sind die Kolonien rein, meist mit *Formica fusca gagates* oder *rufibarbis* als Sklaven, die sie durch Raub erbeuten. In den Nestern findet man häufig fremde Insekten als Gäste (die aber sehr gefährlich für die Weiterexistenz der Kolonien werden können) . . . . F. s a n g u i n e a L t r. (Blutrote Raubameise)

— Clypeus am Vorderrand nicht ausgeschnitten 2

2 Hinterrand des Kopfes von vorn gesehen tief ausgebuchtet, ebenso die Schuppe (Abb. 429). Rot bis schmutzig gelbrot, Oberkopf, Stirn und Pronotum mit braunem Fleck, Abdomen dunkelbraun, 3,8—7,5 mm.

Lebt in oft sehr stark bevölkerten Nestern an Waldrändern oder an lichten Stellen des Waldes mit aus Pflanzenmaterial bestehenden Oberbauten, die aber meist kleiner und flacher sind wie die der folgenden Art. Im Gebirge zuweilen unter Steinen, ohne Oberbau. Geschlechtstiere Juni, Juli . F. e x s e c t a N y l.

Die Rasse *exsecta pressilabris* Nyl. ist eine etwas kleinere Rasse von *exsecta* (3,8—6,5 mm), bei der der Clypeus einen aufgebogenen Vorderrand mit einem dahinter liegenden Quereindruck besitzt.

— Hinterkopf und Schuppe nicht ausgebuchtet 3

3 Körperbau kräftig und gedrungen. Kopf kaum länger als breit; Brust gelbrot und rotbraun, stets deutlich verschieden von dem der dunklen, braunschwarzen Färbung des Hinterleibs; Stirnfeld stark glänzend und dadurch deutlich sich abhebend von der matt skulptierten Stirn. 4—9 mm.

Liebt mäßig feuchten Boden. In Nadelholz, Eichenstangenholz, Mischwald (nicht in Buchenwald). Verbreitet über Europa, Asien und auch Nordamerika. Durch ihre großen Nester (Ameisenhaufen) im Wald oder an Waldrändern stark auffallend. Zahl der Königinnen kann sehr groß sein (mehrere 100). Geflügelte schon im Mai, während des ganzen Sommers vorhanden. Meist abhängige Koloniegründung . . . . F. r u f a L. („Rote Waldameise")

Die rote Waldameise tritt in verschiedenen Formen auf, die als *rufa rufa* L., *rufa pratensis* Deg., *rufa rufo-pratensis* For. und *rufa truncicola* Nyl. bezeichnet werden.

a) *F. rufa rufa* L. — Thorax dunkler oder heller rostrot, Stirn, Scheitel und Gaster schwarzbraun, ebenso mitunter ein kleiner Fleck auf dem Pronotum, der aber den Hinterrand des Pronotums nicht erreicht. Augen unbehaart. Abstehende Behaarung am Körper sparsam, an Fühlerschaft und Schienen fehlend. Länge 6—9 mm.

b) *F. rufa pratensis* Deg. — Sie ist durchgehend dunkler gefärbt, die braunen Flecken am Kopf und Thorax sind größer als bei *Formica rufa rufa*, der Fleck auf dem Pronotum erreicht den Hinterrand und verschmilzt mit einem auf dem Mesonotum befindlichen dunklen Fleck. Die Augen sind abstehend behaart. Abstehende Behaarung des Körpers reichlich, Schaft und Schienen spärlich beborstet. Länge 4—9 mm.

c) *F. rufa rufo-pratensis* For. stellt in Färbung und Behaarung einen Übergang dar. Die Augen sind meist unbehaart, selten sehr spärlich mit feinen kurzen Haaren besetzt. Der dunkle Fleck erreicht den Hinterrand des Pronotums. Länge 6—9 mm.

d) *F. rufa truncicola* Nyl. — Lebhaft rot, auch die Basis des Gasters, der übrige Teil des Gasters schwarzbraun, selten auf Scheitel und Pronotum ein dunkler Fleck. Körper reichlich abstehend behaaart.

Über das verschiedene ökologische Verhalten dieser Rassen wird unten (S. 442) berichtet.

— Körperbau schlanker und zarter. Kopf deutlich länger als breite. Brustabschnitt gewöhnlich von der gleichen dunkelbraunen oder braunschwarzen Färbung wie das Abdomen (nur bei der Rasse *rufibarbis* ist sie stärker verschieden). Skulptur des Stirnfeldes von der Skulptur der Stirn nicht wesentlich verschieden. Länge 5—7,5 mm.

Sehr furchtsame Ameisen, die gewöhnlich in volkarmen Kolonien leben und vielfach als Sklaven von anderen Ameisen benutzt werden. Nester unterirdisch mit oder ohne Oberbau aus Erde oder Pflanzenmaterial. Kommt sowohl auf trockenen als auch auf feuchten Böden vor (euryök), im Ödland, im Garten, auf Feldern, auch in lichten Wäldern . . . . F. fusca L.

Bei der Rasse *fusca rufibarbis* F. ist der Brustabschnitt und das 1. Gastersegment heller oder dunkler braunrot, der übrige Teil des Gasters braunschwarz. Dadurch erlangt sie eine gewisse Ähnlichkeit mit *rufa*, von der sie sich durch die schlankere Gestalt, das matte Stirnfeld und die stärkere Behaarung des Abdomens leicht unterscheiden läßt. Fehlt in Waldgebieten vollständig.

Die Rasse *fusca cinerea* Mayr hat die Färbung wie die typische *fusca*, unterscheidet sich aber von dieser durch den dichten grauen Seidenschimmer und den reichlichen Besatz von hellen Borsten.

Die Rasse *fusca gagates* Latr. ist durch stärkeren Glanz des ganzen Körpers und die größere Gestalt (5—7,5 mm) ausgezeichnet. Liebt mäßig trockene Böden, Halbschatten, Randgebiet von Laub- und Mischwald.

Bionomie

Es sei hier nur eine ganz kurze Übersicht über die Grundlagen der Bionomie der Ameisen gegeben, soweit sie zum Verständnis für die folgenden Ausführungen über die forstliche Bedeutung notwendig sind.

Die Ameisen gehören zu den sogenannten „staatenbildenden" Insekten, d. h. die Lebensfunktionen, die bei den solitären Insekten von jedem Einzelindividuum ausgeführt werden, werden hier auf eine Anzahl Individuen verteilt im Sinne der Arbeitsteilung. Dieser Zusammenschluß bedeutet einerseits eine mächtige Stärkung der Art im Lebenskampf, setzt aber andererseits die einzelnen Individuen in ihrer Selbständigkeit herunter und bringt sie in ein Abhängigkeitsverhältnis.

Die Hauptmasse jedes normalen Ameisenstaates stellen die flügellosen Arbeiter dar, unter ihnen befinden sich einzelne ungeflügelte Weibchen (die „Königinnen"), meist nur eines, doch nicht selten auch mehrere oder viele (bis zu mehreren hundert). Die letzteren beschränken sich auf die Eiablage, während die Arbeiter alle übrigen lebensnotwendigen Funktionen ausführen, wie die Pflege der Königinnen und der Brut, Herbeischaffung von Nahrung, Errichtung und Erhaltung des Baues, Verteidigung des „Staates" usw. Die einzelnen Funktionen werden meist von den gleichen Individuen besorgt; die Arbeitsteilung kann zur morphologischen Differenzierung der Arbeiterklasse führen (kleine, große Formen, Soldaten).

Zu gewissen Zeiten treten zu diesen beiden ständigen Komponenten noch geflügelte Formen hinzu, Weibchen und Männchen, die in

dem Staat, in dem sie geboren, gewöhnlich keine Funktion zu erfüllen haben, sondern denen die Aufgabe zufällt, neue Staaten zu gründen. So verlassen sie denn auch bald fliegend ihren Heimatstaat, einzeln oder in Schwärmen, um gewöhnlich im Flug, in der Luft, oder auch erst nachdem sie sich auf Bäumen niedergelassen oder auf die Erde zurückgekehrt sind, die Kopula zu vollziehen.

Das befruchtete Weibchen entledigt sich baldigst der Flügel, die leicht abbrechen, und beginnt sofort mit der Herstellung einer kleinen Wohnung („Kessel"), unter einem Stein, in einem morschen Baumstumpf oder sonst an einem geeigneten Platz (Abb. 430). Der Kessel ist allseitig geschlossen. In diesem freiwilligen Gefängnis erzeugt es die ersten Nachkommen, indem es die Larven mit seinen Reservestoffen (die es teils durch Resorption der unnötig gewordenen Flugmuskulatur bezieht, teils durch Verzehren eines Teils der von ihm gelegten Eier) füttert. Sind die ersten Arbeiter, die sehr klein sind, geboren, dann hat das ♀ die schwerste Zeit seines Lebens (dieselbe kann 9 Monate und noch länger dauern) überstanden. Die Arbeiter bahnen sich einen Weg aus dem bis dahin geschlossenen Kessel, bringen Nahrung von außen herbei und übernehmen nun die Pflege der Brut wie auch der Mutter, und nun geht das Wachstum der kleinen Familie in stets beschleunigterem Tempo weiter.



Abb. 430. *Camponotus*-Königin in ihren von der Außenwelt völlig abgeschlossenen Kessel mit ihrer Brut. Nach Eidmann

Diese hier geschilderte Art der Neugründung von Staaten ist mit großen Gefahren verbunden, da sowohl die ausschwärmenden Geschlechtstiere als auch die befruchteten entflügelten ♀♀ zahlreichen durch die Massenerscheinung von Beutetieren angezogenen Feinden (Vögeln, Reptilien, Raubinsekten usw.) zum Opfer fallen.

Wir bezeichnen diese Form von Koloniegründung als „unabhängige Koloniegründung". Sie kommt durchaus nicht allen Ameisen zu (bei uns z. B. den *Camponotus*-Arten, den meisten *Lasius*-Arten, *Myrmica, Tetramorium,* ferner *Formica fusca.).* Bei einer ganzen Reihe von einheimischen Arten hat das einzelne ♀ die Fähigkeit, selbständig eine neue Kolonie zu gründen, verloren und ist hierzu auf fremde Hilfe angewiesen: „Abhängige Koloniegründung."

Diese kann auf verschiedene Arten geschehen, von denen hier folgende genannt seien:

1. Die eben befruchtete Königin kann in der Nähe des Heimatnestes eine Zweigkolonie gründen, indem sich eine Schar eigener Arbeiterinnen um die frische

Königin versammelt, vorläufig aber noch den Kontakt mit dem Mutternest aufrecht erhält (Koloniegründung durch Teilung). 2. Die Königin dringt in eine königinlos gewordene Kolonie ihrer eigenen Art ein und läßt sich von dieser adoptieren. 3. Die Königin dringt in eine königinlose Kolonie einer anderen Art (z. B. *Formica rufa* bei *F. fusca)* ein und läßt sich ihre Brut von den Arbeitern derselben pflegen. 4. Die Königin dringt in eine fremdartige vollständige Kolonie ein und tötet die dort vorhandene Königin *(F. sanguinea* bei *fusca).* Oder 5. die Königin raubt einige Puppen einer fremden Ameise oder nimmt kurzweg Besitz von dem Nest der Hilfsameise, indem sie sämtliche Einwohner desselben tötet und so die gesamte Brut, vor allem die Puppen erbeutet und den daraus auskommenden Arbeitern die Pflege ihrer Nachkommenschaft überläßt *(F. sanguinea).* Oder endlich 6. die Königin schließt sich der Königin einer anderen Art, der sie begegnet, an und läßt ihre Brut von dieser zugleich mit deren eigenen aufziehen („Allianzgründung", ebenfalls *F. sanguinea* bei *fusca).*

Abb. 431. Das Ordnen der Brut nach dem Alter bzw. der Größe. Nach Ern. André

In den vier letzten Fällen entstehen sogenannte gemischte Kolonien, aus zwei verschiedenen Arten bestehend. Diese können „temporär gemischt" sein, wie in Fall 3, wo nach Aussterben der Hilfsameisen *(fusca)* wieder eine reine *rufa*-Kolonie vorhanden ist; oder aber sie bleiben „dauernd gemischt", wenn die von den fremden Ameisen aufgezogenen Nachkommen der eingedrungenen Königin immer wieder Raubzüge zu Nestern der Sklavenameisen unternehmen, um von dort neues Puppenmaterial herbeizuschleppen (dies trifft zu für die Fälle 4 bis 6, *F. sanguinea* und *fusca)* [1]).

[1]) Während Kolonien von *F. sanguinea* unter Umständen auch als einfache Kolonien (ohne Sklaven) zu bestehen imstande sind, ist dies bei der Amazonenameise *(Polyergus)* nicht mehr möglich. Dieselbe ist morphologisch so auf Raub eingestellt (glatte Mandibeln!), daß sie ohne „Sklaven" nicht mehr existenzfähig ist Im weiteren Verlauf dieser Entwicklung werden die Räuber oder „Herren" immer abhängiger von

Nachdem bei der unabhängigen Koloniegründung die Königin ihre ersten Kinder erzogen hat, übernehmen in der Folgezeit ausschließlich die Arbeiter die Sorge für die Brut. Sie belecken und reinigen die Eier, Larven und die Puppen, sie ordnen sie fein säuberlich nach der Größe, bringen sie jeweils in d i e Räume, in denen die dem betreffenden Entwicklungsstadium zusagende Temperatur herrscht, versorgen die heranwachsenden Larven mit Futter, bringen sie bei Gefahr in Sicherheit und leisten den fertig gewordenen Imagines Hilfe beim Auskriechen usw. (Abb. 431).

Die Dauer des Larvenlebens ist sehr verschieden und schwankt zwischen wenigen Wochen und einigen Monaten. Diejenige des Puppenstadiums ist bedeutend kürzer und entspricht etwa der des Eistadiums. Die Gesamtentwicklungsdauer hängt stark von der Jahreszeit und den klimatischen Verhältnissen ab.

Die N a h r u n g wird meist in flüssigem bzw. verflüssigtem Zustand genommen; die Kost ist teils animalisch, teils vegetabilisch, teils gemischt und besteht aus Insekten und deren Larven, aus tierischen und pflanzlichen Resten, aus Süßigkeiten, die aus Früchten, Blüten und den Exkrementen von Pflanzenläusen usw. bezogen werden. Wenn wir draußen Ameisen bei der Nahrungsaufnahme länger beobachten, so müssen sie uns als Vielfraße ersten Ranges erscheinen, da sie nicht eher mit dem Aufschlürfen der Nahrung aufhören, als bis ihr Kopf prall gefüllt ist, wobei sich das Abdomen um das Vielfache vergrößern kann. Doch würden wir den Ameisen mit dieser Beurteilung sehr unrecht tun! Wird doch das wenigste von der aufgenommenen Nahrung zur eigenen Ernährung verwendet. Weitaus das meiste davon bleibt im Kropf (dem „sozialen Magen"), bis es an die Kameraden im Nest verteilt wird, die dann ihrerseits wieder einen Teil davon an andere Arbeiter, die Königin und die heranwachsende Jugend weitergeben. Auf diese Weise ist es möglich gemacht, daß ein Teil der Arbeiter stets im Nest bleiben und sich ganz den häuslichen Arbeiten hingeben kann. Bei südlicher vorkommenden Ameisen finden wir bisweilen eine sehr hochentwickelte Art der Ernährung, wie Pilzzucht, Sammeln von Vorräten an Körnern, die besonders präpariert werden, Aufspeichern von großen Honigvorräten in den Kröpfen von einzelnen Individuen, die dann wie vollgefüllte Schläuche in besonderen Gewölben hängen, usw.

Das Leben der Ameisen ist am lebhaftesten während der warmen Jahreszeit; dann sieht man sie auf ihren Haufen aufgeregt herumwimmeln und überall einzeln oder auf besonderen Straßen im Gänsemarsch oder zu mehreren herumziehen, meist zur Nahrungssuche. Mit dem Eintritt kühlerer Temperatur sinkt ihre Aktivität zusehends, um dann im Winter in eine Art Winterschlaf zu verfallen.

In der Kunst des N e s t b a u s sind die Ameisen weit mannigfaltiger und vor allem auch weit anpassungsfähiger als ihre Verwandten, die Bienen, Wespen und Hummeln. Die Nester weichen sowohl in der Form stark voneinander ab, als auch bezüglich des Baumaterials, der Konstruktion, der Örtlichkeit usw. Und nicht nur bei den verschiedenen Ameisenarten, sondern auch bei ein und derselben Art können die Nester je nach

---

ihren Sklaven, bis sie schließlich zu der degenerierten arbeiterlosen Ameisenkarikatur eines *Anergates* herabsinken, die nur noch als Parasiten ihr Leben fristen.

den äußeren Bedingungen große Verschiedenheiten aufweisen. Und auch das gleiche Nest kann je nach den herrschenden Temperatur- und anderen Bedingungen in seinem Aufbau zeitweise geändert werden.

Nach der Örtlichkeit und Art des Nestbaus können wir für unsere einheimischen Ameisen folgende Formen unterscheiden:

Erdnester: Sie sind mehr oder weniger tief in die Erde gegraben, entweder ganz frei an der Erdoberfläche mündend oder unter Steinen. Es ist dies die häufigste Nestform (bei verschiedenen *Formica*-Arten, bei *Tetramorium, Myrmica, Lasius* usw.).

Kombinierte Nester: Häufig setzen sich die unterirdischen Nester in einen Oberbau fort. Dieser besteht entweder aus einem um Grashalme usw. errichteten Kuppelbau aus Erde („Kuppelnester") (Abb. 432) oder aber aus einem Haufen aus in der Hauptsache vegetabilischen Materialien wie Nadeln oder Zweigstücken („Haufennester"). Die erstere Form finden wir hauptsächlich bei *Lasius*-Arten, letztere bei den verschiedenen typischen Waldameisen (*Formica rufa, sanguinea* usw.).

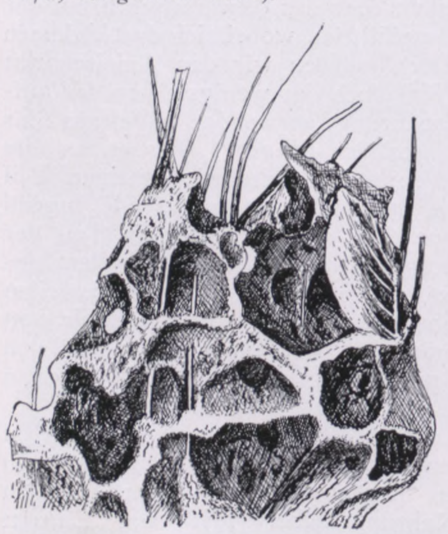


Abb. 432. Bruchstücke der Kuppel eines Erdnestes von *Lasius niger*. Nach Escherich

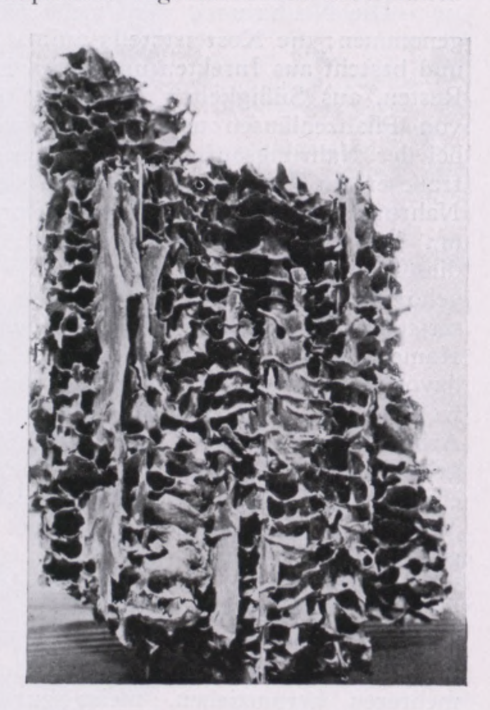


Abb. 433. Kartonnest von *Lasius fuliginosus* Ltr.

Holznester: Diese kommen in lebenden Stämmen, wie auch in totem Holz vor. Sie bestehen entweder aus mehr oder weniger ausgedehnten vertikal verlaufenden Hohlräumen (s. Abb. 459), entsprechend den Jahresringen (*Camponotus*) oder aus unabhängig von diesen verlaufenden labyrinthartigen Gängen und Kammern (*Colobopsis*). Andere Ameisen begnügen sich damit, unter der Rinde schmale Gänge und flache Kammern auszunagen (*Leptothorax*).

Kartonnester: Während in den Tropen zahlreiche Kartonnester von teilweise riesigen Ausmaßen vorkommen, haben wir in unserem

Faunengebiet nur ganz wenige Kartonfabrikanten (einige *Lasius*-Arten). Der Karton (Abb. 433) wird aus zernagtem Holz und Erde mit Hilfe von Speicheldrüsensekret hergestellt und kann große Festigkeit erlangen (wie bei *Lasius fuliginosus).*

Einfache und zusammengesetzte Nester: Die „einfachen" Nester werden nur von einer Ameisenart (der Herstellerin) bewohnt; in den zusammengesetzten dagegen haben sich neben den Eigentümern noch andere, meist kleinere Ameisenarten eingeschlichen bzw. eingenistet, entweder als Diebe oder als Räuber oder auch als harmlose Gäste, die Schutz bei den kräftigen Wirten suchen.

In den Nestern finden sich nicht selten auch andere, nicht soziale Tiere, sogenannte Ameisengäste, die zum Teil von den Ameisen sehr freundlich aufgenommen und sogar gepflegt und gefüttert werden, obwohl sie schlimmsten Brutraub bei ihren Wirten treiben oder auf andere Weise so schädlich werden können, daß die Völker, die solche beherbergen, daran zugrunde gehen können *(F. sanguinea* durch den Staphyliniden *Lomechusa strumosa)* (Abb. 434). Derartige schädliche Instinkte können nur bei gesellschaftlich lebenden Tieren aufkommen, da in Gesellschaften der Kampf ums Dasein der einzelnen Individuen wesentlich erleichtert ist gegenüber den solitär lebenden Tieren. Die „Gästesucht" der Ameisen, die auf narkotisch wirkenden Exsudaten der Gäste beruht, die von den Ameisen gierig aufgenommen werden, ist etwa zu vergleichen mit der Opiumsucht der Menschen [1]).

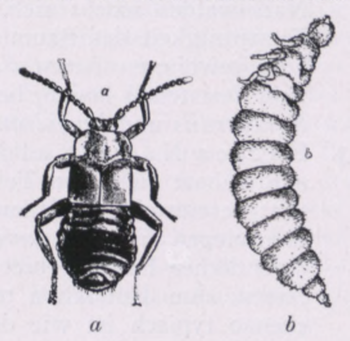


Abb. 434. *Lomechusa strumosa* F., ein gefährlicher Ameisengast. a Imago, b Larve. Nach Wheeler

Die Ameisen in der Waldbiocönose

Verteilung der Artgemeinschaften der Ameisen über die verschiedenen Waldtypen

Bevor wir auf die eigentliche forstliche Bedeutung der Ameisen eingehen, sei kurz die Verteilung der oben genannten Ameisen auf die verschiedenen Waldgebiete (nach Gößwald 1932) geschildert [2]).

1. Facies Laubwald.
   a) Subfacies dichtstehende Hochwälder (Eichen und Buchen). Charakteristik: Schattig, feucht, relativ kühl. Dieses Gebiet ist von allen das arten- und individuenärmste, und zwar sind hier nur einige feuchtigkeitsliebende Ameisen, wie *Myrmica laevinodis* und *Lasius niger,* oder euryöke Arten, wie *Lasius flavus* und *Tetramorium caespitum* verbreitet. Das feuchte und kalte Microklima erschwert den Ameisen ihre Existenz.

---

[1]) Die Wissenschaft von den Ameisengästen, Myrmekophilie, gehört zu einem der interessantesten Kapitel der Biologie; das meiste auf diesem Gebiet verdanken wir E. Wasmann, der hunderte von Arbeiten darüber veröffentlicht hat.

[2]) Gößwald hat seine Untersuchungen im mittleren Maingebiet angestellt.

b) Subfacies lichtdurchlässiger Laubwald und Eichenstangenholz. Charakteristik: Bessere Insolation, aber immer noch feucht-kaltes Microklima. Hier sind die Ameisen entsprechend der leichteren Erwärmung des Bodens weniger selten. Außer den erwähnten Arten kommen, wenn auch noch zerstreut, bereits *Formica rufa* und *gagates* und *Lasius fuliginosus* vor, und in sehr lichten Buchenwäldern in Baumstrünken auch *Formica sanguinea* und *fusca*.

2. Facies Mischwald. Charakteristik: Laub- und Nadelholz, Klima gemäßigter, geringere Einförmigkeit des Holzbestandes. Diese Facies besitzt bereits mehr Arten und eine größere Kolonienzahl als die bisher erwähnten. Der Vorteil der ausgeglichenen Temperatur des Nadelwaldes macht sich hier bereits bemerkbar. Auch die geringere Einförmigkeit des Baumbestandes wirkt fördernd, so daß die an Nadelholz gewöhnten Arten *Formica rufa rufa* und *rufo-pratensis* sich häufiger feststellen lassen, besondes typisch für Nadelholz sind *Camponotus ligniperdus* und *herculeanus*.

3. Facies Nadelwald. Charakteristik: Microklima wärmer, trockener, nähert sich zum Teil dem Freilandklima. In diesem Lebensraum tritt bereits eine auffallende Veränderung der Artgemeinschaft auf. Es überwiegen *Formica rufa rufa, rufo-pratensis* und *Camponotus,* deren eigentliches Lebensgebiet dieses Facies ist. Dazu kommen einige neue Arten, zum Teil schon trockenheitsliebende, deren Fehlen im Laubwald ebenso typisch ist wie das Überwiegen von feuchtigkeitsliebenden und euryöken Arten.

a) Subfacies Nadelwald auf sandigem Boden. Charakteristik: Vorwiegend Kiefern, seltener Fichten; letztere weniger lichtdurchlässig; Boden relativ trocken, es erwärmt sich aber nur die obere Schicht. Dieser Nadelwald ist die Heimat der *Camponotus ligniperdus*. *Formica rufa* findet sich im Fichtenwald sehr häufig; auch *fusca*-Rassen kommen hier vor. Die euryöken Arten sind hier ebenfalls verbreitet. Dagegen werden die feuchtigkeitsliebenden Ameisen, wie *Myrmica laevinodis,* bereits seltener. Als neue Arten treten hier auf: *Lasius umbratus, Myrmica ruginodis, Leptothorax*-Arten.

Dieser Lebensraum verfügt somit wegen seines relativ trockenwarmen Microklimas bereits über einen gewissen Artenreichtum, zumal hier Ameisen vorkommen, die besonders individuenreich sind, wie *Formica rufa, rufo-pratensis* u. a. Andererseits sind die Ameisen in den Nadelwäldern des untersuchten Gebietes noch nicht derart zahlreich, daß sich eine gegenseitige Konkurrenz zum eigenen Nachteil bemerkbar machen könnte.

b) Subfacies Kiefernbestände auf trockenem, steinigem Boden. Charakteristik: Dürftiger Wuchs der Kiefern, leicht lichtdurchlässig, fast grasloser, steinbedeckter Boden. Trockenwarm, Microklima fast wie im Ödland. Dieser Lebensraum weicht so stark in seiner Eigenart von den sandigen Kiefernwäldern ab, daß man ihn gerade so gut als Biotyp für sich bezeichnen könnte. Steht dem Ödland nahe. Typische Waldameisenarten (*Formica rufa* und *rufo-pratensis*) verschwinden, ebenso

feuchtigkeitsliebende Ameisen *(Myrmica laevinodis* und *Lasius niger).* Nur noch wenige an das Vorhandensein von Bäumen gebundene Arten *(Camponotus ligniperdus, Lept. acervorum)* geben diesem Lebensraum noch ein Gepräge als Waldgebiet. Andererseits kommen eine größere Anzahl von Ameisenarten neu hinzu, die fast alle xerophilen Charakter haben: *Lasius alienus, Formica fusco-rufibarbis* und *rufibarbis, Formica pratensis* (an Randgebieten, besiedelt in der Regel auch offenes Gelände, in Laub- und Mischwäldern vertreten durch *rufo-pratensis*); ferner *Myrmica scabrinodis* und *Leptothorax tuberum.*

c) Subfacies Kiefernbestände auf dürftigem, trockenem Sandboden: Boden zum großen Teil mit Flechten bewachsen, Microklima trocken und verhältnismäßig warm. Vielfach handelt es sich um künstlich aufgeforstete Wälder. Hier ist in Verbreitung begriffen: *Formica rufa rufa* und häufiger *Formica rufa rufo-pratensis.* An trockenen Stellen findet sich als sehr charakteristisch *Formica fusca cinerea,* an feuchteren *Formica fusca gagates.* Ferner kommen in Baumstrünken vor: *Lasius niger, Tetramorium caespitum* und *Myrmica ruginodis.* In der Rinde der Kiefern sind sehr verbreitet: *Leptothorax unifasciatus* an trockeneren Stellen und *Leptothorax acervorum* an feuchteren Stellen. Dieser Lebensraum ist sehr von Forstschädlingen bedroht und soll zur Gesundung künstlich mit der roten Waldameise *Formica rufa* durchsetzt werden.

d) Subfacies Nadelwald auf feuchtem Boden: Microklima etwas wärmer und nicht so feucht wie im Laubwaldboden. An lichten Stellen findet sich *Formica rufa rufa* und *Formica rufa rufo-pratensis,* und zwar in besonders starken Kolonien, ferner *Formica fusca gagates.* In Strünken kommen vor: *Myrmica laevinodis* und *ruginodis, Lasius niger, Tetramorium caespitum,* gelegentlich auch *Lasius umbratus,* in angefaulten Bäumen *Lasius fuliginosus,* ferner *Camponotus ligniperdus,* in Rinden *Leptothorax acervorum.*

Zusammenfassung: Mit der Lichtdurchlässigkeit des Waldbestandes und der dadurch bedingten Erhöhung der Trockenheit und Wärme, je mehr sich also die microklimatischen Verhältnisse dem Freilandtyp der Ödgebiete nähern, steigen Arten- und Individuenzahl der Ameisen. Ganz allgemein sind die Ameisen am häufigsten an Waldrändern, Lichtungen, Wegrändern und dergleichen, weil hier die Insolationsmöglichkeit am größten ist.

Die forstwirtschaftliche Bedeutung der Ameisen

Die Tätigkeit der meisten in unseren Wäldern lebenden Ameisen ist der forstlichen Bodenproduktion förderlich; demgegenüber tritt der Schaden, der durch einige Arten der Forstwirtschaft zugefügt werden kann, entschieden zurück.

A. Nutzen der Ameisen

Der Nutzen, der der Waldwirtschaft aus der Tätigkeit der Ameisen erwächst, ist vielseitiger Natur:

1. Bodenverbesserung

Die zahlreichen im Boden lebenden Ameisen wirken durch ihre unterirdische Tätigkeit bodenverbessernd im Sinne einer Lockerung und Durchlüftung des Bodens sowie einer Anreicherung desselben mit organischen Stoffen, möglicherweise auch durch eine gewisse Entsäuerung des Bodens. „Eine weitere günstige Beeinflussung des Bodens ist die Durchmischung desselben. Die beim Nestbau aus beträchtlicher Tiefe heraufgeförderte Erdmenge ist oft enorm und kann mehrere Kubikmeter bei einer einzigen Kolonie betragen (Eidmann 1930).

Als bodenverbessernde Tätigkeit der Ameisen ist auch die Verarbeitung toter Pflanzenreste, vor allem der Stöcke zu werten, da deren Stoffe dadurch weit rascher wieder in den allgemeinen Kreislauf eingefügt werden als es sonst der Fall sein würde.

Endlich sei noch auf die Umgestaltung der Bodenoberfläche durch die Nestbautätigkeit der Ameisen hingewiesen, die vor allem von Stäger (1924) auf Gebirgswiesen studiert wurde. Durch Anlage der Nester unter Steinen (als Wärmespender!) wird ein langsames Einsinken der letzteren bewirkt, das so weit gehen kann, daß die Grasnarbe darüber hinweg wächst. Derselbe Endeffekt wird auch durch Anlehnen eines Nestes an einen Steinblock und ständige Vergrößerung des ersteren erzielt. „Solche Vorgänge erklären uns die schließliche Überrasung ganzer Schuttgehänge durch die Mitwirkung der Ameisen; da, wo jetzt fette Mähwiesen den Stolz des Bauern bilden, herrschte einmal ein vieltausendfältiges Kleinleben, das, gewiß noch von anderen Faktoren unterstützt, die staunenswerte Arbeit zustande brachte."

2. Verbreitung von Pflanzen

Auch in der Verbreitungsbiologie der Pflanzen spielen die Ameisen eine nicht unwesentliche Rolle. Eine ganze Reihe von phanerogamen Pflanzen, besonders solcher, die der Bodenflora unserer Wälder angehören, sind auf Verbreitung durch Ameisen angewiesen. Deren Samen besitzen besondere Anlockungsmittel für die Ameisen in Form von stark ölhaltigen Anhängseln, Wülsten usw., von Sernander „Elaiosome" benannt. Diese Gebilde schätzen die Ameisen als besonders begehrenswerte Nahrungsmittel. Sie greifen die damit besetzten Samen auf und schleppen sie oft auf weite Strecken herum und besorgen so die Verbreitung dieser als „Myrmekochoren" bezeichneten Pflanzen.

Aus den Untersuchungen Sernanders geht hervor, daß die Mengen der Verbreitungseinheiten (Samen, Früchte), die in der Natur von den Ameisen transportiert werden, geradezu enorm sein müssen. Als Minimumzahl z. B. für die durch eine *Formica rufa*-Kolonie verbreiteten Samen während einer Vegetationsperiode ergab die Berechnung 30 480; und aus dem Auswurfsgut eines Nestes von *Lasius niger* berechnete Sernander, daß das relativ kleine Volk in 8 Wochen 638 Samen von *Veronica hederaefolia* eingesammelt hat, die, nachdem die Elaiosome abgefressen, wieder ausgeworfen wurden.

Man könnte vielleicht einwenden, daß, wenn wirklich die Ameisen die Hauptverbreiter jener Pflanzen sind, die Verteilung derselben doch eine recht ungleiche sein müßte, d. h. eine dichte Anhäufung in der Nestgegend stattfinden würde, während die dazwischen liegenden Strecken frei blieben. Doch ist nichts gewöhnlicher, als daß

eine Ameise den Samen, mit dem sie sich eine Zeitlang abgeschleppt hat, plötzlich fallen läßt und sich nicht mehr darum kümmert. Nach einer Weile kommt vielleicht eine andere Ameise, die den verlassenen Samen wieder aufnimmt, um ihn dann nach einiger Zeit an einem anderen Ort wieder fallen zu lassen usw. Eine der Ursachen, die zur Preisgabe der Samen führt, liegt darin, daß das oft schwach gebaute Elaiosom schon während des Transportes abgefallen oder abgefressen worden ist. Jedenfalls ist in verschiedener Weise dafür gesorgt, daß die Myrmekochorie eine möglichst gleichmäßige Verbreitung gewährleistet.

Was die Verbreitung der Myrmekochoren in unseren Wäldern betrifft, so sei kurz erwähnt, daß die Eichenmischwälder mit etwa 80 und die Buchenwälder mit etwa 45 Arten die reichste Myrmekochorenflora aufweisen. Besonders die an sich nicht gerade zahlreiche Kräuter- und Gräservegetation des reinen Buchenhochwaldes besteht zu einem erstaunlich hohen Prozentsatz aus Myrmekochoren. Viel ärmer ist dagegen die Myrmekochorenflora der Birkenwälder (mit etwa 16 Arten), und noch mehr der Fichten- und Kiefernwälder, in denen gar nur 9 bzw. 4 Arten nachgewiesen sind.

Daß die Myrmekochorie hauptsächlich den der untersten Vegetationsschicht unserer Wälder angehörenden Pflanzen zukommt, beruht nach Sernander darauf, daß für sie die andern Verbreitungsmöglichkeiten, die den oberen Vegetationsschichten so ausgiebig zur Verfügung stehen, nicht oder nur in ungleich geringerem Maße in Betracht kommen.

Die oberste Vegetationsschicht, die sogenannte „Hochwaldschicht" (Abb. 435 a), ist in hohem Maße windexponiert; außerdem erreicht der Wind zwischen den Baumstämmen und Strauchgruppen eines fertig gebildeten Waldvereins auch noch in der „höchsten und mittleren Feldschichte" (d u. e) eine größere Kraft. Daher finden sich in diesen Schichten hauptsächlich Anemochoren, d. h. Pflanzen, deren Samen durch den Wind verbreitet werden. In der zwischen diesen beiden gelegenen Schichte der „untersten Wald- und Gebüschschicht" (b u. c) kann der Wind weniger ausrichten, wofür hier die endozoische Verbreitungsart in den Vordergrund tritt. Denn im Buschwerk verleben eine Menge kleiner beerenfressender Vögel einen guten Teil ihres Daseins. In den beiden untersten Schichten (f u. g) endlich tritt nun einerseits die Kraft des Windes stark zurück, und andererseits kommt auch die Verbreitung durch Vögel kaum in Betracht, so daß also die hierher gehörigen Pflanzen anderer Verfahren sich bedienen müssen, unter denen die Verbreitung durch die Ameisen, die „Myrmekochorie", einen hervorragenden Platz einnimmt.

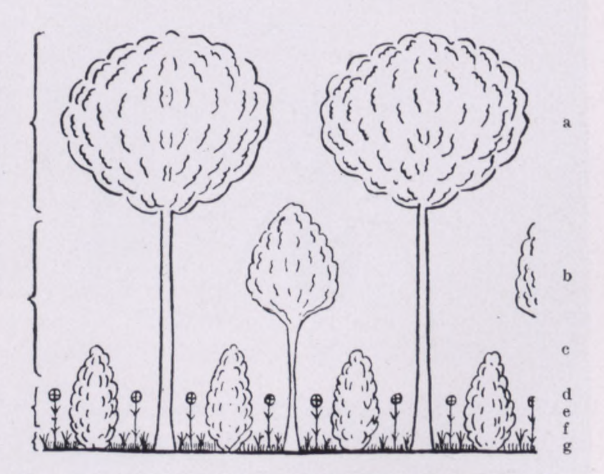


Abb. 435. **Schnitt durch einen Wald zur Veranschaulichung der häufigsten Verbreitungstypen.** Nach Sernander

Da nun eine reiche Bodenflora entschiedenen Einfluß auf die Festigung des biologischen Gleichgewichtes hat im Sinne einer Erhöhung der Existenzmöglichkeiten von Parasiten (durch Anreicherung der Zwischenwirtsfauna), so kommt der hier geschilderten Tätigkeit der Ameisen auch für die Beschränkung der Schädlingsvermehrung indirekt eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu.

3. Vertilgung schädlicher Insekten

Weitaus der größte Nutzen erwächst der Forstwirtschaft aus der direkten Vertilgung schädlicher Insekten durch die Ameisen. In dieser Beziehung kommt den Ameisen unter den Widerstandsfaktoren der Schädlingsvermehrung eine ganz hervorragende Bedeutung zu, deren volle Erkenntnis heute immer noch nicht Allgemeingut der forstlichen Praxis geworden ist. Es sind eine ganze Reihe von Ameisenarten *(Myrmica, Lasius, Formica)* an der Jagd auf Insekten beteiligt, doch wirtschaftlich (im eben genannten Sinne) kommt nur eine Art in Betracht: Formica rufa L., die „Rote Waldameise", die auch durch ihre großen Haufennester zu den auffallendsten Erscheinungen des Tierlebens im Walde gehört [1]).

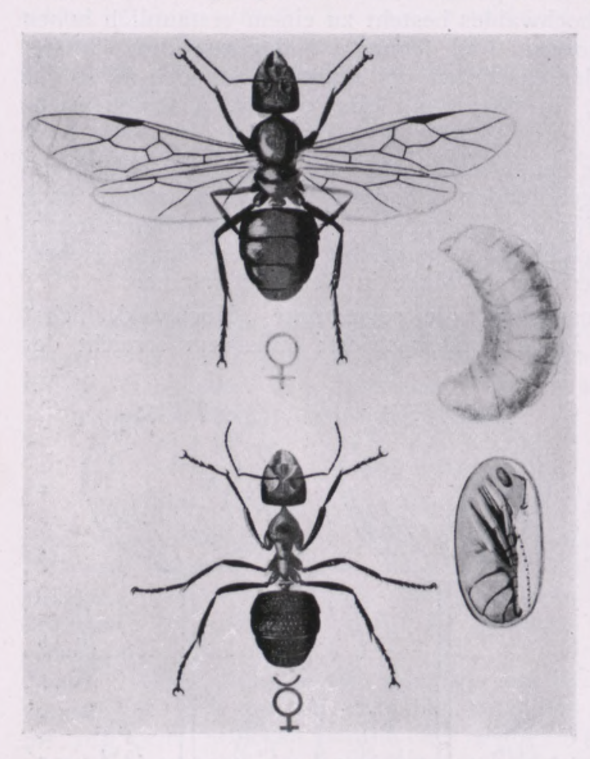


Abb. 436. *Formica rufa* L. Weibchen, Arbeiter, Larve und Puppe

Formica rufa L.

Rote Waldameise

Wie oben im systematischen Teil ausgeführt, tritt *F. rufa* L. in verschiedenen Formen auf, die als F. rufa L., F. rufa pratensis Deg. und F. rufa rufo-pratensis For. bezeichnet werden. So nahe sich diese Rassen habituell stehen und so schwer sie mitunter zu unterscheiden sind, so sind sie in ihrem ökologischen Verhalten recht verschieden.

[1]) Wohl führt auch *Formica sanguinea*, die blutrote Raubameise, eine ähnliche Lebensweise wie *rufa*, doch erreichen ihre Kolonien bei weitem nicht den Umfang der *rufa*-Kolonien, so daß sie in ihrer Wirkung bezüglich der Insektenvertilgung weit hinter *rufa* zurückbleibt. Außerdem ist sie eine arge Nestplünderin und Puppenräuberin der für *rufa* so wichtigen Hilfsameise *Formica fusca*, wodurch die Verbreitung und Koloniegründung der so überaus nützlichen roten Waldameise schwer beeinträchtigt wird. Der dadurch von *sanguinea* verursachte Schaden übertrifft bei weitem den Nutzen, den sie durch die Insektenvertilgung stiftet.

F. rufa rufa L. und rufa rufo-pratensis For. sind die eigentlichen Waldameisen, die im Nadelwald, Mischwald, Eichenstangenholz vorkommen, wogegen der Buchenwald fast vollkommen gemieden wird (wohl deshalb, weil dieser zu wenig lichtdurchlässig und infolgedessen zu feucht und kalt ist). *F. rufa rufo-pratensis* bevorzugt mehr Waldränder oder lichte Stellen im Wald, während *F. rufa rufa* weiter ins Waldinnere eindringt. Beide lieben mäßig feuchten Untergrund.

F. rufa pratensis Deg. zeigt dagegen eine entschiedene Bevorzugung von trockenem Untergrund, worauf ihre Vorliebe für dürftigere Vegetation beruht. Ihr Hauptverbreitungsgebiet ist das baumlose offene Gelände. Im Waldinnern fehlt sie ganz; bisweilen findet sie sich an trockenen sonnigen Waldrändern.

Das Nest

Die *rufa*-Nester gehören zu den sogenannten „kombinierten Nestern", die aus einem unterirdischen und oberirdischen Teil („Haufen") bestehen. Das Verhältnis der beiden ist verschieden je nach Standort: In sonnigen Lagen übertrifft der unterirdische Teil an Ausdehnung bei weitem den oberirdischen. Letzterer tritt als relativ kleinerer, flacher Haufen in Erscheinung, der umgeben ist von einem breiten, vegetationslosen Sandring, von der beim Bauen zutage geförderten Erde gebildet (Abb. 437). Betritt man den Sandring, so kann



Abb. 437. Ein riesiges Nest von *F. rufa rufo-pratensis* For. in einer Lichtung eines alten Fichtenbestandes. Der größte Teil des Nestes ist unterirdisch, wie aus dem breiten Sandring zu ersehen ist. Der Umfang des gesamten Nestareals betrug 29 m, der Durchmesser $7^1/_2$ m. der Oberbau (Nesthaufen) hatte bei einer Höhe von 1 m einen Basisdurchmesser von 2 m. Nach Eidmann

man unter Umständen tief in die darunterliegenden ausgehöhlten Nestteile einbrechen. Je leichter und durchlässiger der Boden, desto mehr wird das Nest in die Tiefe getrieben, da die Ameisen der Feuchtigkeit möglichst nachzugehen trachten.

Die entgegengesetzte Bauweise finden wir im Innern schattiger Bestände. Hier ist weitaus der größte Teil des Nestes oberirdisch in dem Haufen angelegt, der gewöhnlich spitzkegelige Form zeigt (Abb. 438) und riesige Dimensionen erreichen kann. Von diesem Extrem bis zum Flachnest lassen sich je nach dem Standort die verschiedensten Abstufungen beobachten. Typische Spitzkegelnester sind charakteristisch für hohe Nadelwälder, in lichteren Wäldern (z. B. Eichenstangenholz) sind die Haufen oben flacher, mehr abgerundet (Abb. 439), und an Waldrändern sind fast nur noch Flachkuppelbauten zu finden (Gößwald 1932, Eidmann 1926, Wellenstein 1928). Mitunter kommen auf einem gemeinsamen Erdnest zwei Nesthaufen (Abb. 440) vor (Doppelhügelnest), was vielleicht auf eine Radikalzerstörung des ersten Haufens zurückzuführen ist (Wellenstein 1928).

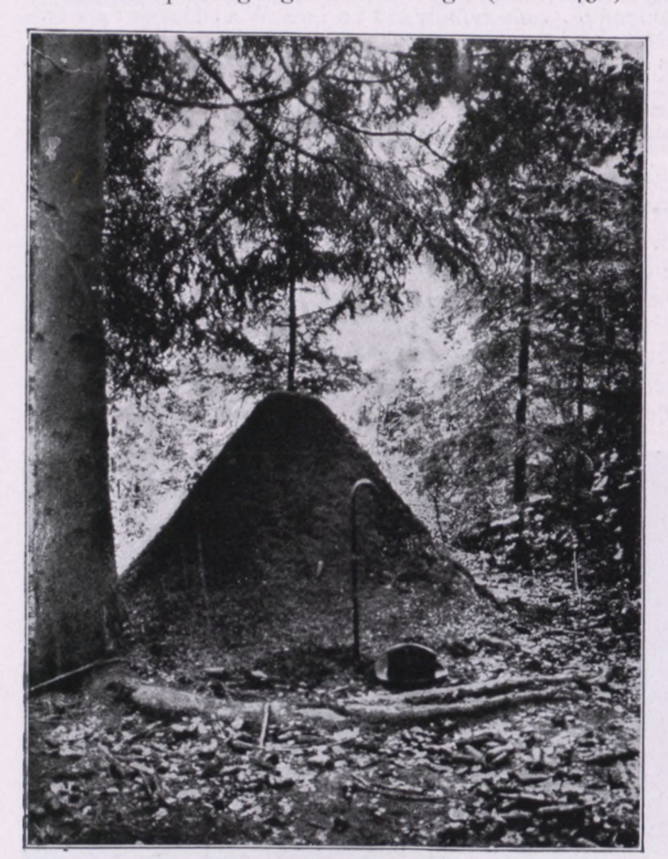


Abb. 438. Nest von *F. rufa rufa* L. mit spitz-kegeligem Haufen (1,40 m hoch, 9 m Umfang). Der weitaus größte Teil des Nestes befindet sich in dem oberirdischen Haufen. Aus Escherich

Aus diesen Feststellungen geht hervor, wie falsch es ist, aus der Größe der Haufen allein auf den Volksreichtum der betreffenden Kolonie schließen zu wollen. Denn Nester mit kleinen Haufen und großem Unterbau können mitunter weit volkreicher sein als Nester mit großen Haufen. Übrigens entspricht durchaus nicht jedes einzelne Nest auch einem einzelnen Volk, denn gerade bei *rufa* verfügt ein Volk oft über sehr viele Nesthaufen, die durch Straßen miteinander verbunden sind; es hängt dies mit der eigenartigen Vermehrungsweise der roten Waldameise zusammen. Wasmann berichtet von einer alten *rufa*-Kolonie, die in zahlreichen Kolonien einen ganzen Bergabhang von über 10 000 qm beherrschte. Und Stammer (1938) schildert eine Riesenkolonie aus einem Kiefernwald in Mecklenburg, die 58 Hauptnester und 31 kleinere im Entstehen begriffene Zweignester umfaßt, und die zusammen mit ihrem Straßennetz (das ins-

g e s a m t 7,5 km lang ist) eine Fläche von annähernd 6 ha einnimmt (Abb. 441).



Abb. 439. Nest von *F. rufa rufa* L. mit mehr abgerundetem flacherem Haufen. Aus Escherich

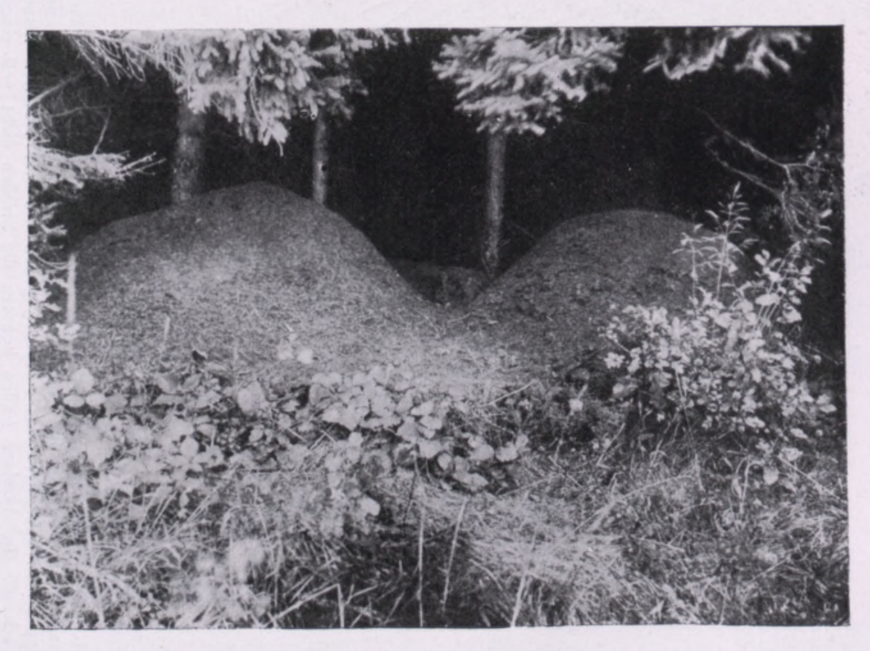


Abb. 440. Doppelhügelnest von *F. rufa rufo-pratensis* For. Nach Wellenstein

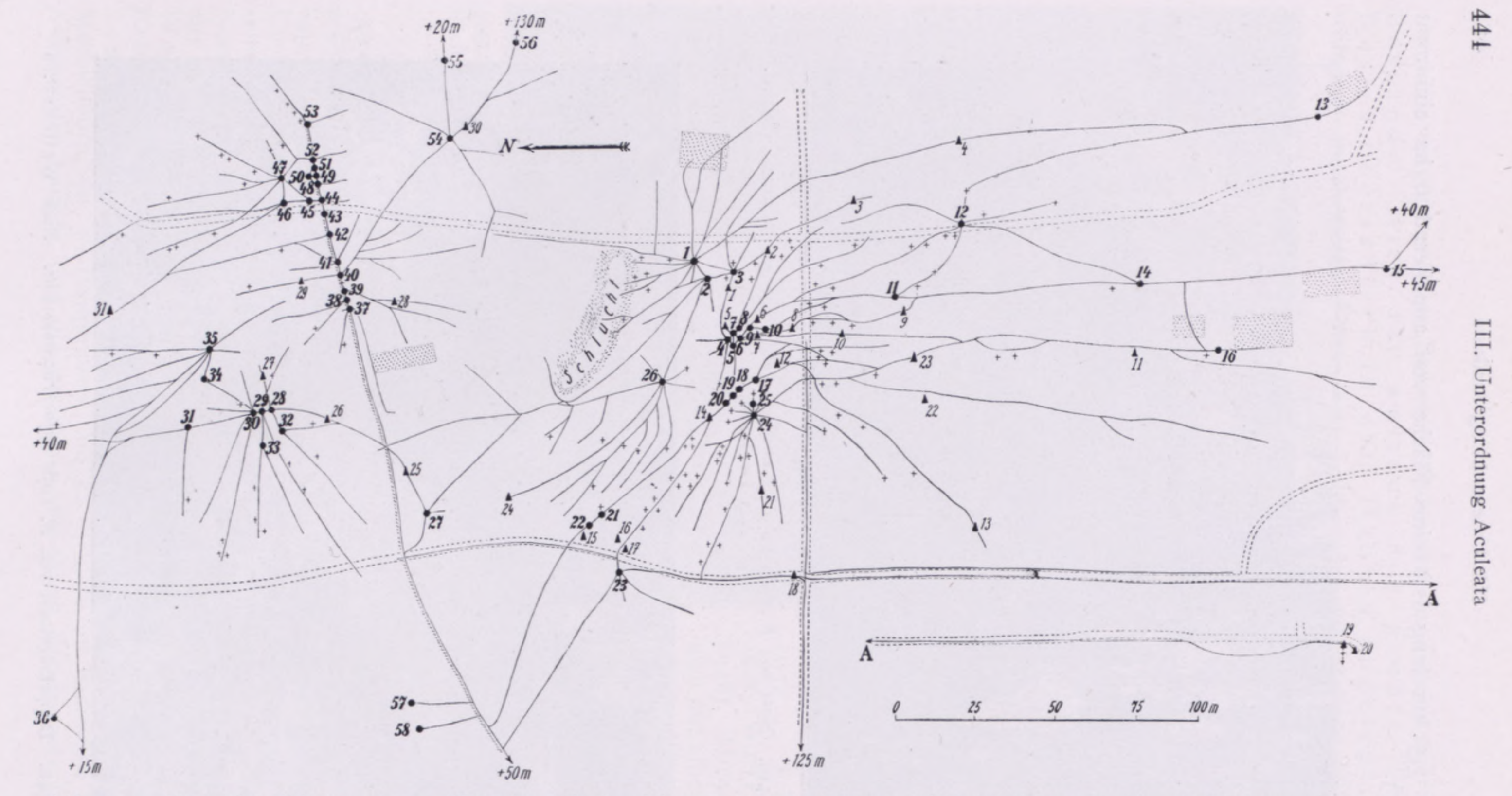


Abb. 441. Karte eines Riesennestes von *Formica rufa* L. Schwarze Kreise mit fetten Zahlen geben die Lage der großen Nester, Dreiecke mit dünnen Zahlen die der im Entstehen begriffenen Zweignester an. Die Ameisenstraßen sind durch einfache Linien, die Forstwege durch gestrichelte Doppellinien gekennzeichnet. Kreuze geben die von Ameisen besuchten Aphidenbäume, punktierte Flächen Fichtenschonungen mit Wurzellausbesuch an. In einzelnen Fällen konnten die Straßen nicht voll eingezeichnet werden; sie sind um die an ihnen angegebene Strecke verlängert zu denken. Ebenso sind die beiden Teile A aneinandergefügt zu denken. Nach Stammer

Die Lage der Nester (vor allem solcher an Waldrändern) richtet sich ganz offensichtlich nach der Windrichtung und dem Licht (Sonne). Die meisten Nester finden wir auf der sonnigen Südseite und in einer windgeschützten Lage, was auf ein deutliches Streben nach Wärme hinweist. Ist doch auch der Kuppel- oder Haufenbau nichts anderes als eine Heizvorrichtung, die eine erhöhte und gleichmäßige Temperatur im Nest gewährleistet. Von diesem Gesichtspunkt aus ist auch die standörtliche Verschiedenheit der Nesthaufen ohne weiteres verständlich: je höher und steiler sich ein Nest über den feuchten Erdboden erhebt, desto größer ist zugleich die Heizfläche für die Sonnenstrahlen, welche in den Nadelwäldern nur wenig bis zum Boden durchdringen können.

Als Baumaterial für die Haufen werden Fichten-, Kiefern- oder Tannennadeln oder (im Laubwald) kleine trockene Zweigstückchen, Grasstengel, Blattstückchen usw. verwendet.

Ameisenstraßen

Von den Nestern gehen mehr oder weniger zahlreiche Straßen ab, die meist zu Nahrungsquellen führen. Dieselben entstehen nicht etwa durch allmähliches Austreten eines immerzu verfolgten Weges, sondern durch einen regelrechten Straßenbau, durch peinliche Säuberung des Weges von allen Hindernissen wie Nadeln, Holzstückchen, Steinchen usw. Den schwierigsten Straßenbau finden wir auf Kulturen und stark bewachsenen Waldböden; erst nach Entfernung des Grases kann man hier die in den bewachsenen Boden gegrabenen, wenige Zentimeter breiten und tiefen, völlig geebneten und geglätteten Gänge feststellen, in denen die Ameisenscharen mit erstaunlicher Schnelligkeit sich fortbewegen. Die Ausdehnung des Wegnetzes einer Kolonie wird hauptsächlich bestimmt durch die Weg-

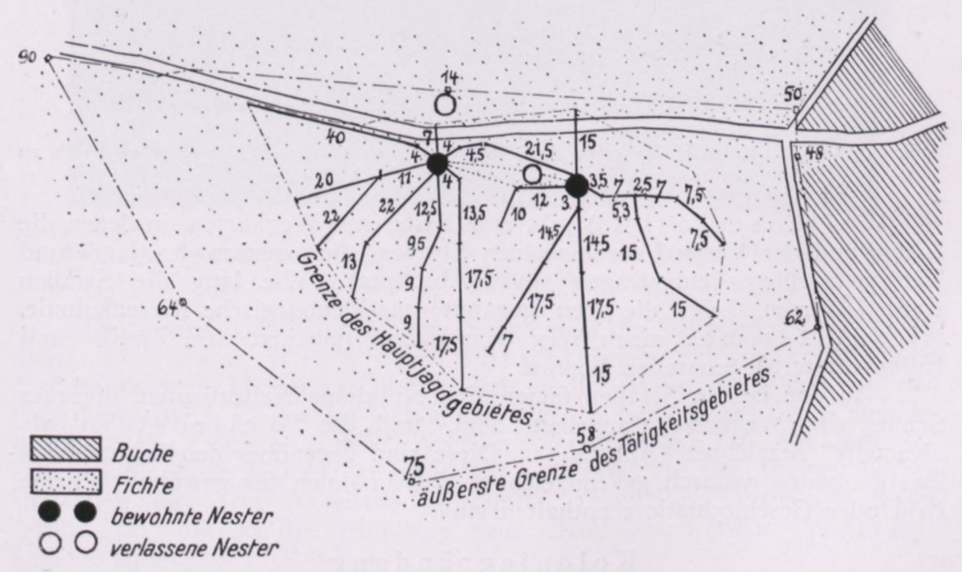


Abb. 442. Wegenetz und Jagdgebiet zweier Nester. Obwohl zwischen den beiden Nestern ein freundschaftliches Verhältnis besteht, bleiben die Straßensysteme getrennt. Fläche des Hauptjagdgebietes 0,5 ha, des ganzen Tätigkeitsgebietes 1 ha. Nach Wellenstein

barkeit des Geländes, die Größe und den biologischen Zustand des Volkes, das Klima und die Nahrungsverhältnisse. Die einzelnen Straßen enden frei auf dem Waldboden oder an einem Baum. Entsprechend der Änderung in der Ernährungslage werden auch die Verkehrsanlagen der Waldameisen oft großen Veränderungen unterworfen (so z. B. beim Eintreten einer Schädlingsgradation).

Das „J a g d g e b i e t" einer *rufa*-Kolonie wird im allgemeinen durch die Größe des Straßensystems veranschaulicht; außerhalb dieses eigentlichen Jagdgebietes liegt noch eine Zone, in der sich die Anwesenheit der Ameisen dadurch ausdrückt, daß die meisten Insekten dieses Gebiet meiden.

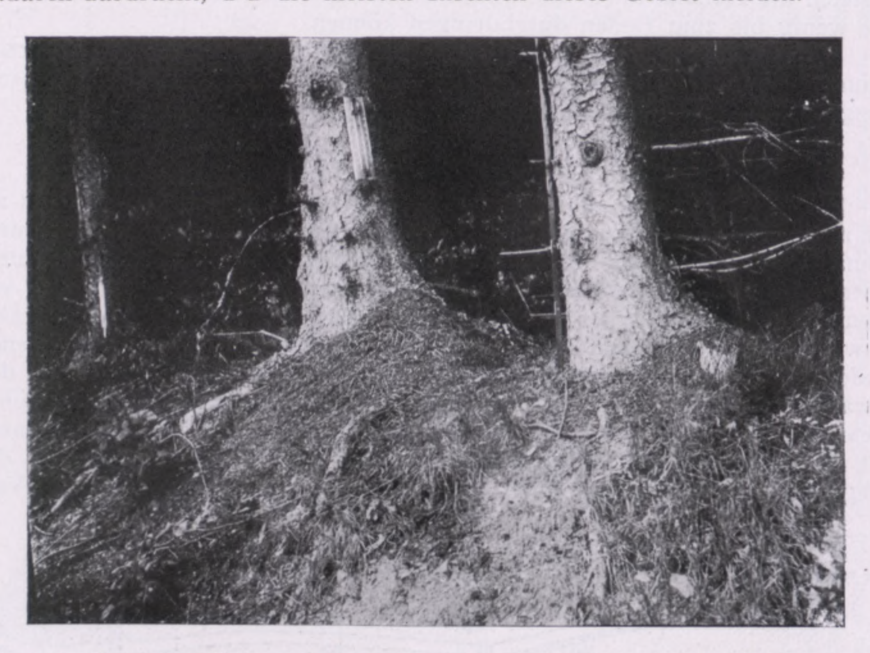


Abb. 443. Drei „Kastelle" an einer **Ameisenstraße.** Das mittlere (größere) scheint sich zu einer neuen Kolonie zu entwickeln. Nach W e l l e n s t e i n

W e l l e n s t e i n (1928) gibt eine Reihe von Wegkarten, in denen die Länge und der Verlauf der einzelnen Straßen, die Grenzen des Jagd- und Tätigkeitsgebietes eingetragen sind (Abb. 442). Wie lang die Straßen werden können, zeigt die oben genannte mecklenburgische Riesenkolonie, bei der S t a m m e r einen Weg von 440 m (gestützt von Zweig- und Kolonienestern) feststellen konnte.

An den langen Straßen finden sich oft kleine Nebenbauten, die zum Schutz des Wegnetzes angelegt sind, und die W e l l e n s t e i n als „Kastelle" bezeichnet (Abb. 443). Diese sind gegenüber den beginnenden Zweigkolonien dadurch gekennzeichnet, daß in ihnen für gewöhnlich keine Brut oder Geschlechtstiere enthalten sind.

K o l o n i e g r ü n d u n g

Daß ein älteres *rufa*-Volk nicht auf e i n Nest beschränkt ist, sondern sich oft über eine ganze Reihe von Nestern erstreckt, wird aus der Art

der Koloniegründung verständlich. Das *rufa*-♀ hat die Fähigkeit der selbständigen unabhängigen Koloniegründung eingebüßt: es ist unfähig, allein (d. h. ohne die Gesellschaft von Arbeitern) Eier abzulegen, sein Grabinstinkt ist rudimentär, seine Lebensdauer ist, wenn es auf sich selbst angewiesen, nur von kurzer Dauer (rund 14 Tage). An die Stelle des den „unabhängigen" Weibchen anderer Ameisen eigenen Instinktes, sich nach der Befruchtung eine verborgene Kammer zu graben, um dort einsam seine Eier zu legen und aufzuziehen, ist beim *rufa*-♀ der Trieb getreten, Arbeitergesellschaft um jeden Preis aufzusuchen, da es nur mit deren Hilfe seine Funktion der Koloniegründung erfüllen kann.

Dabei gibt es zwei Möglichkeiten: entweder verschafft sich das ♀ Arbeiter der eigenen Art oder aber solche einer fremden Art.

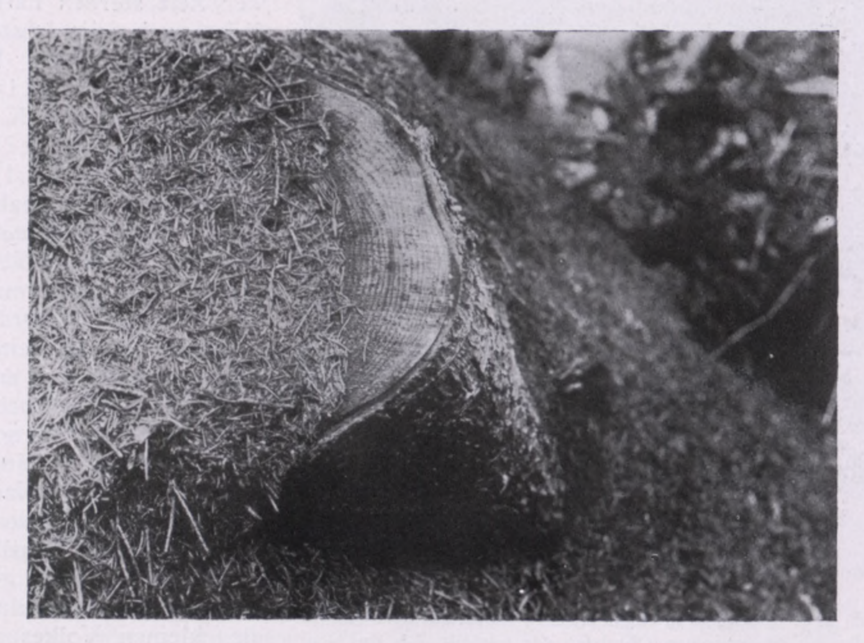


Abb. 444. Baumstubbennest, die langsame Überbauung des frischen Stockes zeigend. Nach Wellenstein

Der erstere Gründungsmodus, der weitaus der häufigere ist, geschieht meist auf dem Wege der Abspaltung eines überschüssigen Volksteiles vom Mutternest, gewöhnlich in der Weise, daß sich um das eben befruchtete ♀, das im Gebiet des eigenen Staates zur Erde zurückgelangt, eine Schar eigener Arbeiter versammeln, um mit ihm zusammen die neue Kolonie zu gründen; oder auch in der Weise, daß es in einem der von Arbeitern bewohnten „Kastelle" Aufnahme findet (Abb. 443), die so die Grundlage neuer Kolonien werden (Wellenstein 1928).

Der zweite Modus vollzieht sich so, daß das frisch befruchtete *rufa*-♀ in den Kolonien anderer Ameisenarten Aufnahme

sucht. Es wird hierzu die furchtsame Formica fusca L., die überall häufig vorkommt, heimgesucht. Ist das betreffende *fusca*-Nest weisellos, so geht die Aufnahme des eingeschlichenen *rufa*-♀ leichter vor sich, als in einem vollkommenen mit einer Königin versehenen Volk. In letzterem Fall wird die *fusca*-Königin von dem adoptierten *rufa*-♀ getötet, so daß dann auch hier neben diesem nur noch *fusca*-Arbeiter vorhanden sind, welche die Aufzucht der ersten *rufa*-Brut besorgen. Mit der Zeit sterben natürlich auch die *fusca*-Arbeiter ab, so daß aus der anfänglich gemischten Kolonie wieder eine reine rufa-Kolonie wird. Wir haben also zuerst: *fusca*-♀ + *fusca*-☿ + *rufa*-♀, so dann (nach Entfernung des *fusca*-♀): *fusca*-☿ + *rufa*-♀ + Arbeiterbrut von *rufa*, und endlich (nach Aussterben dem *fusca*-☿): nur noch das *rufa*-♀ + einige kleine *rufa*-☿. Nachdem der Königin so in ihren Kindern Gehilfen erwachsen sind, geht die Weiterentwicklung des kleinen Volkes aus eigener Kraft vor sich. Es ist also nur zeitweise eine gemischte auf Adoption beruhende Kolonie, weshalb wir in solchen Fällen von „temporär gemischten Kolonien" oder auch von einem „temporären Sozialparasitismus" (das *rufa*-♀ = Parasit der *fusca*-Kolonie!) sprechen.



Abb. 445. **Stocknest in einem frischen Stock, auf der Schnittfläche mit beginnendem Oberbau, der zunächst aus den von der Minierarbeit ausgeworfenen Holzteilchen besteht.** Nach Wellenstein

Die neuen Kolonien entstehen häufig in Baumstrünken, die schon durch die Minierarbeit von allen möglichen anderen Insekten als Wohnung vorbereitet sind; doch bisweilen auch in solchen, die noch verhältnismäßig frisch sind, und in die dann die Ameisen selbst Gänge und Kammern minieren (Abb. 444). Nach Gößwald (1932) ist die Koloniegründung in Stöcken häufig darauf zurückzuführen, daß in den alten Stöcken die Hilfsameise *F. fusca* genistet hat. Mit der Zeit wird über den Baumstrunk ein Kuppelbau aufgeführt, durch den die Ent-

stehungsgeschichte aus einem ursprünglichen Stocknest völlig verdeckt wird (Abb. 445).

Die Zeit der Hochzeitsflüge und Neugründungen beginnt etwa im Mai und erstreckt sich über den ganzen Sommer. Die Hochzeitsflüge erfolgen ohne Schwarmbildung, ♂♂ und ♀♀ verlassen einzeln und in großen Abständen das Nest. Meist handelt es sich dabei wohl um überwinterte Geschlechtstiere, da die großen Kokons der weiblichen Puppen erst später im Jahr erscheinen (Eidmann).

Ernährung

Die Ernährungsweise der roten Waldameise hat für den Forstmann besonderes Interesse, da auf ihr in der Hauptsache die forstliche Bedeutung bzw. ihre große Nützlichkeit beruht.

Die Nahrung setzt sich nach Wellensteins Untersuchungen (Eidmann 1930) aus folgenden Nährstoffen zusammen:

I.	Blattlausexkremente	43 %
II.	Insekten	41 %
III.	Ausfließende Säfte	9 %
IV.	Samen	5 %
V.	Pilze und sonstiges	2 %

„Dabei wird der Eiweißbedarf hauptsächlich aus den Posten II und V (vielleicht auch zu einem geringen Anteil aus I) bestritten, der Zuckerbedarf aus I und III und der Fettbedarf aus II und IV."

Trophobiose

Die Blattläuse spielen also in der Ernährungsphysiologie der roten Waldameise eine ganz hervorragende Rolle, und ihr Vorkommen scheint zu den Grundbedingungen für das Vorkommen der letzteren in den Wäldern zu gehören[1]). Da nun die Blattläuse ihrerseits durch die Ameisen verschiedene Förderung erfahren (vor allem die Wurzelläuse) und da andererseits die Blattläuse als Schädlinge der Pflanzen bekannt sind, so könnte man in dem Blattlaus-Ameisen-Verhältnis (Trophobiose) eine schädliche Seite des Ameisenlebens im Walde erblicken. Doch ist der Schaden, den die von der roten Waldameise vor allem besuchten Rindenläuse an den Waldbäumen anrichten, im allgemeinen so gering, daß er forstlich kaum nennenswert in Betracht kommt. Nur bei sehr jungen Pflanzen können sie bei Massenbefall und in außergewöhnlich trockenen Jahren größere Schädigungen, vor allem durch Zuwachsverlust, bewirken. Doch spielt diese negative Seite der Trophobiose kaum eine Rolle gegenüber dem großen Nutzen, der aus ihr für die Gesunderhaltung unserer Wälder ab-

[1]) Wellenstein (siehe Eidmann 1930) hat durch jahrelange planvolle Beobachtungen und Versuche ein großes Material über die Beziehungen der roten Waldameise zu den Blattläusen (Trophobiose) zusammengebracht und dabei nicht weniger als 58 Blattläuse als Nahrungsquelle für die Ameisen festgestellt, von welchen einige sich als neue Arten erwiesen haben. Hauptsächlich handelt es sich dabei um Rindenläuse (Lachniden), sowie im Walde, vor allem an *Salix*, vorkommende Aphiden. Der größte Teil (70 %) der von den *rufa*-Arbeitern besuchten Pflanzenlausbäume waren Kiefer und Fichte.

zuleiten ist. Eidmann hat sehr recht, wenn er mit Nachdruck darauf hinweist, daß durch die Trophobiose den großen Ameisenkolonien mit ihren Hunderttausenden von Mitgliedern in normalen Zeiten die Existenz ermöglicht wird. „Ohne sie (die Trophobiose) könnten sich die Ameisen gar nicht in solcher Stärke halten, wie wir sie oft in unseren Nadelwäldern sehen. Erst durch sie ist es möglich, daß sich der Wald eine so starke Schutzpolizei leisten kann, die dann, wenn Gefahr von Schädlingen droht, auch sofort mit aller Macht in Aktion zu treten vermag." Es bedeutet dies eine große Überlegenheit gegenüber anderen Raubinsekten und Parasiten, deren Vermehrung meist erst mit der Vermehrung des Schädlings einsetzt und oft erst dann zur wirksamen Höhe gelangt, wenn es zu spät ist.

Insektenraub

Während die Trophobiose meist unauffällig und im verborgenen vor sich geht, spielt sich der andere Teil der Nahrungsbeschaffung, der Raub und das Eintragen von Insekten aller Art, offen vor aller Augen ab. Und so hat dieser Zug des Ameisenlebens (neben dem Nestbau) von jeher das Interesse und die Aufmerksamkeit der Forstleute auf sich gezogen.

Ratzeburg gibt in seinen Forstinsekten (Bd. 3 S. 41) lebendige Schilderungen: „Eines Tages kam ich dazu", schreibt R., „als eine Hügelameise (*F. rufa* L.) Jagd auf eine kleine schwarze *Leptura* (Cerambycide) machte. Der Käfer war bald überwunden und wurde von der Ameise mit den hoch in die Höhe gehaltenen Oberkiefern fortgeschleppt. Das kleine schwache Tierchen eilte mit seiner kolossalen Last ohne Weg und Steg über den grünen Waldboden hin", bis es endlich zu seinem Haufen gelangte, in dem es im dichtesten Gewühl verschwand. Während der ganzen langen Reise zum Nest „hatte es seinen Fang nie aus dem Munde gelassen, sondern ihn, trotz aller Schwierigkeiten, immer festgehalten, etwa wie ein Hund einen Knochen trägt". „Die überwältigte *Leptura* schien ganz gesund zu sein, da sie sich gegen die ersten Angriffe der Ameise hartnäckig wehrte; als diese aber immer wieder mit gespreizten Oberkiefern auf sie einsprang, mußte sie sich ergeben und war dann in wenigen Minuten ganz widerstandslos gemacht." Wo sie nur immer einem Insekt begegnen, und wenn es auch eine große Raupe ist, machen die Ameisen einen Angriff. „Sind ihrer mehrere, so gelingt es ihnen auch, die stärkste Raupe zu überwältigen: einige greifen sie am Kopf, andere beim Körper an und zwicken sie mit ihren scharfen Kiefern so lange, bis sie matt wird und endlich erliegt." „Dergleichen Attacken könnte ich", schließt R. seine Ausführungen, „noch viele erzählen; sie sind aber, da sie im Wald häufig vorkommen, einem jeden Forstmann bekannt." Forel (1874) hat beobachtet, wie *F. rufa* im Frühjahr Maikäfern auflauerte und sie tötete, sobald sie sich anschickten aus dem Boden zu kommen. Selbst große wehrhafte *Carabus* werden, wie Stitz berichtet, von den Ameisen angegriffen. Eidmann konnte einen Kampf zwischen einem großen Schmetterling (*Dicranura vinula* L.) und Ameisen beobachten, der mit der Überwältigung des ersteren endete: An dem Schmetterling hatten sich 3 Ameisen auf dem Rücken an der Flügelbasis festgebissen. Obwohl sie von den schwirrenden Flügeln hin und her geschleudert wurden, ließen sie nicht einen Moment locker. Nach einiger Zeit kamen, wahrscheinlich auf einen Alarm hin, den drei Kämpfern weitere Ameisen zu Hilfe und im Verlauf einer Stunde war die riesige Beute überwältigt. Das Hauptangriffsziel waren dabei immer die Flügel, die dann auch endlich vom Körper abgetrennt wurden. Damit war das Opfer völlig wehrlos gemacht und es wurde dann der Rumpf lebend zerwirkt. Zunächst wurden die Beine abgetrennt und einzeln ins Nest getragen und schließlich auch der Torso in gemeinsamer Arbeit in der Richtung des Nestes davongeschleppt. Die Ameisen jagen ihre Beutetiere sowohl am Boden als in der Bodendecke als auch in den Baumkronen. Nach Behrndt wurden die jungen Eulenraupen (1.—3. Stadium) im Kronenraum der befallenen Kiefern erbeutet; die älteren dagegen, die wohl auch in der Krone von den Ameisen angegriffen wurden, lassen sich meist zu Boden fallen, wo sie dann erst überwältigt werden. Ähnliches berichtet auch Wellenstein.

Die mitgeteilten Beobachtungen über die Erbeutung lebender gesunder Insekten durch die rote Waldameise könnten noch um viele Angaben in der Literatur vermehrt werden. Doch wird es jedem, der sich dafür interessiert, unschwer gelingen, sich in einem Ameisenwald selbst davon zu überzeugen. Mit dieser Fesstellung ist die Grundlage geschaffen für die Beurteilung der forstlichen Bedeutung der roten Waldameise, da ja nur dann von einer solchen gesprochen werden kann, wenn die zum Nest geschleppten Tiere lebend erbeutet (und nicht etwa tot aufgefunden) wurden.

Es sind jetzt noch die Fragen zu beantworten:

1. Sind die getöteten und eingeschleppten Tiere forstlich schädlich oder nützlich oder indifferent bzw. in welchem Prozentsatz verteilen sich diese drei Kategorien unter den Opfern der Raubzüge?
2. Ist die Zahl der von einem Nest eingeschleppten Insekten so groß, daß dadurch eine mehr oder weniger tiefgreifende Wirkung auf das Leben des Waldes (und damit auf die Forstwirtschaft) ausgeübt wird?

So wichtig und entscheidend diese Fragen für die Beurteilung des Waldameisenproblems sind, und soviel darüber geredet und nach mehr gefühlsmäßigen Schätzungen geschrieben wurde, wurden sie planvoll erst in der letzten Zeit in Angriff genommen, und zwar durch Eidmann (1926). Dieser hat längere Zeit hindurch zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten und beim verschiedensten Wetter an den Straßen verschiedener Nester sämtliche eingeschleppten Beutetiere gesammelt, bestimmt und nach ihrer Bedeutung für die Forstwirtschaft in nützliche, schädliche und indifferente Arten getrennt. Dabei ergaben sich aus den Ergebnissen aller Einzelbeobachtungen, die in den Monaten April bis Juli ausgeführt wurden, als Durchschnittszahlen

42 % Forstschädlinge,
28 % forstlich indifferente Insekten, und
16 % nützliche Insekten,

der Rest von 14 % war unbestimmbar, bestand aber zum größten Teil aus Schmetterlinsraupen, unter denen jedenfalls keine Nützlinge waren [1]).

Das Verhältnis der Forstschädlinge gegenüber den Nützlingen usw. verschiebt sich ganz wesentlich, wenn in der Nähe der Ameisenkolonie ein Fraßherd sich befindet oder eine Kalamität im Anzug ist. So wurde in einem Fall, wo in der Nähe eine Blatt-

[1]) Wie reichhaltig die Speisekarte der roten Waldameise ist, zeigen die Listen, die Eidmann von den gesammelten Beutetieren gibt. Wir finden da alle Insektenklassen vertreten: Schmetterlinge, Fliegen, Käfer (darunter auch hart gepanzerte Rüsselkäfer), Blattwespen, Cicaden, Blattwanzen, Heuschrecken, Schaben, sodann auch Spinnen, Tausendfüße usw. Wenn auch gut fliegende Insekten in ihrer vollen Ausbildung wohl selten eine Beute der Ameisen werden, so werden solche doch häufig beim Schlüpfen oder kurz nach dem Schlüpfen, wenn die Flügel noch nicht erhärtet sind, angegriffen und überwältigt. Beobachtungen in Spannerfraßgebieten zeigten deutlich, daß die Ameisen Unmengen der frisch geschlüpften Falter, hauptsächlich die schwerfälligeren ♀♀, in ihre Nester schleppten.

Interessant ist, daß die Schmetterlingspuppen und die Dipterentönnchen von den Ameisen nicht behelligt werden, wie aus verschiedenen Versuchen Juchts (1925), der Hunderte von Puppen in *rufa*-Nester brachte, hervorgeht, und auch von Eidmann mehrfach beobachtet wurde. Offenbar werden die Puppen „von den Ameisen gar nicht als lebende Wesen erkannt".

wespenvermehrung stattgefunden hat, in einer Stunde 138 Blattwespenlarven (Abb. 446) eingetragen oder 91 % der Gesamtbeute. Und ähnliches stellte Behrndt (1933) bei einer Forleulenkalamität fest, wobei im Durchschnitt aller Beobachtungen rund 90 % Forstschädlinge (darunter als Hauptanteil Forleulenraupen, s. Abb. 447), 7 % nützliche[1]) und 3 % indifferente Insekten von den Ameisen eingetragen wurden.

Abb. 446. Arbeiterin von *Formica rufa*, die eine Blattwespenlarve an einem dünnen Ästchen entlang transportiert. Nach Eidmann

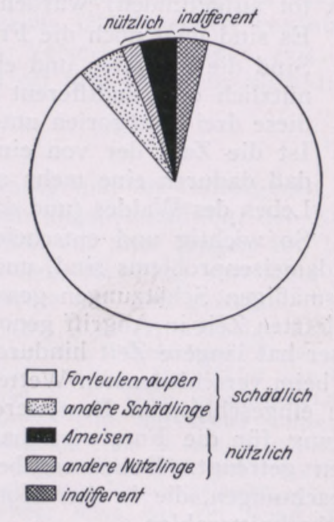


Abb. 447. Graphische Darstellung des Anteils der verschiedenen Beutetiere der Ameisen während der Massenvermehrung der Forleule, getrennt nach ihrer forstlichen Bedeutung. Nach Behrndt

Was die absolute Zahl der eingeschleppten Beutetiere betrifft, so hängt diese in erster Linie von der Größe bzw. von dem Volkreichtum der betreffenden Kolonie ab (wobei auf das oben Gesagte über die Verschiedengestaltigkeit der Nester hingewiesen sei), ferner von der Jahreszeit (die Sammeltätigkeit beginnt langsam im zeitigen Frühjahr, um im Hochsommer den Höhepunkt zu erreichen und im Herbst wieder abzuflauen), und endlich von der Tageszeit und von der Witterung. Die Schätzungen bezüglich der Gesamtzahl der zu einem großen Nest während der ganzen Sammelzeit eingetragenen Beutetiere schwankt zwischen 5 (Forel) und 2 Millionen. Letztere Zahl stammt von Eidmann, der durch folgende Berechnung zu ihr kam: Im Laufe einer Stunde konnten etwa 200 gut sichtbare große Insekten an einem großen Nest den Ameisen

[1]) Daß der Prozentsatz der erbeuteten Nützlinge viel geringer ist als der der Schädlinge, ist wohl darin begründet, daß die meisten Raubinsekten und Parasiten stark bewegliche, meist schnell laufende oder gut fliegende Insekten sind, die von den Ameisen viel schwieriger zu packen und zu überwältigen sind als die gewöhnlich schwerer beweglichen Schädlinge (Raupen usw.).

abgenommen werden. Nimmt man an, damit etwa ein Zehntel der Gesamtbeute erfaßt zu haben, so ergeben sich für 1 Stunde 2000 Stück oder an 1 Tag 20 000. Das macht im ganzen Sommer rund 2 Millionen Insekten, darunter etwa die Hälfte, also rund 1 Million, bei Kalamitäten sogar 90 %, also rund 1 800 000 Forstschädlinge. Nach den genauen Zählungen von Behrndt wurden von den Bewohnern eines mittelgroßen Nestes der roten Waldameise, in den ersten drei Wochen der Fraßzeit etwa 112 000 Forleulenraupen (also täglich durchschnittlich 4660) erbeutet.

Die Ausdehnung des Jagdgebietes eines rufa-Nestes ist verschieden groß und richtet sich einmal nach dem Volkreichtum bzw. dem Nahrungsbedarf der Kolonie und sodann nach der Menge der in der Umgebung vorhandenen Beutetiere. Eidmann schätzte das Jagdrevier eines großen Ameisennestes, von dem aus Straßen bis zu 150 m Länge festgestellt werden konnten, auf etwa 7 ha. Natürlich wird das Gebiet um so mehr in der Ausdehnung verlieren, je reichlicher die Nahrung in der Nähe des Nestes wird. Es tritt dies besonders bei Kalamitäten deutlich in Erscheinung, indem z. B. bei Kahlfraß nur eine verhältnismäßig kleine Zone um das Nest herum von den Schädlingen gesäubert wird. Behrndt konnte bei einer Forleulenkalamität in der Umgebung eines Nesthügels zwei konzentrische Zonen unterscheiden: Die erste (Radius 18 m) blieb vom Fraß völlig verschont, während die zweite, 14 m weit reichende Zone mehr oder weniger starken Lichtfraß erlitt. Von da aus (also nach etwa 32 m Radius) schien der Einfluß des Nestes völlig zu verschwinden. Als besonders interessant bei der Behrndtschen Beobachtung erscheint die Feststellung, daß in nächster Nähe des Nesthügels die Eiablage der Forleule stark verringert war und der Eibelag hier nur etwa ein Viertel des für das übrige Gebiet ermittelten war. „Als Grund hierfür ist wohl die Störung der Falter bei der Eiablage durch die auf den Zweigen umherlaufenden Ameisen anzusehen." So würde das allgemein beobachtete Grünbleiben der bei einem Nesthügel stehenden Bäume bei einer Kalamität nicht nur auf dem gründlichen Absammeln derselben durch die Ameisen, sondern auch auf der weit geringeren Eibelegung durch den Schädling beruhen. — Da die *rufa*-Völker durchaus nicht immer nur auf je ein Nest beschränkt sind, sondern im Gegenteil sich meist über eine größere Zahl von Zweigkolonien erstrecken (s. oben), so kann sich das Wirkungsgebiet eines *rufa*-Volkes noch um ein Vielfaches vergrößern [1]).

Am augenscheinlichsten wird die nützliche Wirkung der Waldameise durch die sogenannten „Ameisenhorste" dokumentiert, d. s. jene größeren oder kleineren grün gebliebenen Inseln inmitten ausgedehnter Kahlfraßflächen, die ihre Eixstenz der Anwesenheit von *rufa*-Kolonien verdanken. Im III. Band (S. 722) dieses Werkes ist ein derartiger Ameisenhorst inmitten einer großen Eulenkahlfraßfläche abgebildet. Der Zusammenhang von „Ameisenhorst und roter Waldameise" ist so regelmäßig, daß einzelne Fälle, in denen Bäume trotz unmittelbarer Nähe von Ameisenhaufen kahl-

[1]) Wellenstein berichtet über seine Ameisenbeobachtungen in den Förstereien Mehren und Steiningen (Reg.-Bezirk Trier) folgendes: Die rote Waldameise tritt hier in Form von Kolonieverbänden von je 10 und mehr Einzelnestern auf. Die 75 für den Forstschutz bedeutenden Kolonien bejagen unter normalen Verhältnissen einen Waldkomplex von rund 37,5 ha, d. h. rund den achten Teil des ganzen Nadelwaldes der beiden Förstereien.

gefressen wurden (Wolff und Krauße 1925), nur zu der Frage führen können: Wodurch sind diese Ausnahmen zu erklären[1])?

Wenn wir all die hier genannten Feststellungen über die Raubtätigkeit der roten Waldameise zusammenfassen, so kann über den großen Nutzen der letzteren nicht der geringste Zweifel bestehen. Durch die Ergebnisse der neueren Forschung wurde die Anschauung Ratzeburgs und vieler anderer unserer Vorfahren nicht nur vollauf bestätigt, sondern darüber hinaus gezeigt, daß die forstliche Bedeutung der roten Waldameise noch weit größer ist, als man früher angenommen hat. Ja, es besteht kein Zweifel, daß die rote Waldameise dort, wo ihre Kolonien häufig sind, und diese nicht gestört werden, durch ihre ununterbrochenen Insektenjagden unter Umständen das Aufkommen von Schädlingsgradationen zu hemmen imstande ist[2]). Als vorbeugender Faktor gegen Gleichgewichtsstörungen im Insektenleben des Waldes steht die rote Waldameise mit an erster Stelle. Diese Erkenntnis muß Allgemeingut aller Waldbesitzer und Forstleute vom Höchsten bis zum Niedersten werden, und dementsprechend ist auch der wertvollen Helferin im Kampfe gegen unsere Waldverderber die größte Schonung und Pflege und jedweder Schutz zuzuwenden.

Schutz und Vermehrung der Ameisenhaufen

Wenn die Nester der roten Waldameisen nicht gestört werden, so können sie viele Jahrzehnte am selben Standort bestehen bleiben. Störungen können von verschiedenen Seiten aus erfolgen. Von der Tierwelt: zunächst von den Spechten, vor allem dem Schwarz-, Grau- und Grünspecht, die im Winter tiefe Löcher in die Hügel hauen, um zu der im Innern überwinternden Brut zu gelangen; sodann von den Hirschen, die während der Brunft die Nesthügel zerschlagen; ferner vom Schwarzwild, das „im Winter gerne die Nesthaufen zerstört, um sich in einen trockenen, vom Frost verschonten Platz einschieben zu können"; sowie vom Dachs, der die Nester aufgräbt, um sich an ihren Insassen gütlich zu tun, und endlich sogar vom Fuchs, den „man hier und da an den Nesthaufen sehen kann, wo er allerdings wohl mehr den fetten *Cetonia*-Larven nachstellt als den Ameisen" (Eidmann). Doch die von diesen Feinden verursachten Störungen führen selten zum Kolonientod, sie werden vielmehr gewöhnlich bald wieder überwunden.

Anders dagegen, wenn der Mensch als Feind in die Ameisensiedlungen einbricht. Dann ist gewöhnlich deren Schicksal besiegelt.

---

[1]) Vielleicht handelt es sich hier um absterbende oder in Degeneration begriffene Kolonien.

[2]) Die Kenntnis von dem großen Nutzen der Ameisen durch Schädlingsvertilgung ist schon eine sehr alte. Haben die Chinesen doch schon im 12. Jahrhundert gewisse Ameisen gesammelt, gezüchtet und geschützt, um auf diese Weise ihre Mandarinen- und Orangenbäume raupenfrei zu halten. Es ist unter den Chinesen sogar eine besondere Arbeiterkaste, die „Ameisensammler", entstanden. Auch die Javaner benutzen schon seit alter Zeit Ameisen, um die Früchte der Mangobäume gegen die Angriffe des Mangorüsselkäfers (einer *Cryptorrhynchus*-Art) zu schützen. Sie sammeln im Walde oder an den Strandbäumen die Nester einer großen bösartigen Ameise, bringen diese in ihre Gärten und hängen sie auf die schattigen Mangobäume. Um den „Aktionsradius" zu vergrößern, verbinden sie die einzelnen Bäume mit Tauen, die den Ameisen als Verbindungswege dienen können.

„Wenn der Untergang einer Siedlung vorliegt, schreibt Wellenstein in seiner Geschichte der Ameisensiedlungen (1928, S. 53), so haben wir es fast immer mit einem durch den Menschen hervorgerufenen Einfluß zu tun." „Unvorsichtiges Holzfällen und unsaubere Wirtschaft, wie sie z. B. Abb. 448 zeigt,



Abb. 448. *Rufa*-Nest, durch Holzhauer durch unsachgemäße Behandlung gestört. Nach Wellenstein

Mutwillen und Unwissenheit halte ich für die Ursachen des Verschwindens so vieler ehedem blühender Kolonieverbände. Zahlreiche Brandbeschädigungen, große Steine und Spiritusflaschen konnte ich nicht selten in Ameisennestern wahrnehmen. Den stärksten Einfluß auf die gesamte Siedlungsgeschichte hatte aber das Sammeln von Nestmaterial, das in Ermangelung von Stroh dem Vieh als Streu dienen sollte (in den Notjahren 1921/22), wobei die Bauern damals nachts die gewaltigen Ameisenhügel völlig abtrugen, so daß sie am nächsten Morgen von der Bildfläche verschwunden waren." Ein sehr häufiger Grund für die Eingriffe des Menschen in die Ameisenhügel ist auch das Sammeln von Puppen (‚Ameiseneier'), die als Vogel- und Fischfutter verkauft werden. Besonders schwer wirken sich solche Maßnahmen aus, die zu starken Veränderungen der klimatischen Standortsverhältnisse führen, wie solche bei Totalabtrieben von ‚Ameisendistrikten' eintreten. Hier gehen starke klimatische Veränderungen und zahlreiche Nestzerstörungen Hand in Hand, so daß die mit solchen Eingriffen verbundenen riesigen Volksverluste fast stets zum Untergang der Siedlungen führen" (Wellenstein).

Wie kann man die Ameisenvölker gegen diese Schäden schützen? Gegen die Angriffe von seiten der Tierwelt

ist ein besonderer Schutz nicht so unbedingt notwendig, da dieselben, wie bereits gesagt, von den Völkern meist aus eigener Kraft überwunden werden; trotzdem kann man, wie das verschiedentlich geschehen ist, junge im Entstehen begriffene Nesthügel durch Hauben aus engmaschigem Drahtgeflecht schützen.

Um so mehr sind die forstlich so wertvollen Ameisenvölker gegen die Eingriffe von seiten der Menschen zu verteidigen, wobei folgende Wege einzuschlagen sind: 1. Unaufhörliche Aufklärung der Öffentlichkeit über den hohen walderhaltenden Wert der Ameisen (durch Rede, Rundfunk, Flugschriften sowie Plakate, die an den Eingängen in die Wälder aufzustellen sind). 2. Besonders große volkreiche Hügel können (nach dem Vorbild des bayerischen Forstamts Fürstenfeldbruck) mit einer Einfriedigung aus Stacheldraht umgeben werden, die mit einer Warnungstafel versehen ist (Abb. 449). 3. Strengste Anweisungen an das Forst-



Abb. 449. **Nesthügel der roten Waldameise durch Einfriedigung mit Stacheldraht und Warnungstafel gegen Zerstörung geschützt, im bayerischen Forstamt Fürstenfeldbruck.** Nach Eidmann

personal, bei allen forstlichen Maßnahmen weitestgehende Rücksicht auf die Erhaltung der vorhandenen Ameisen zu nehmen. Und 4. als ultimo ratio rücksichtslose Anwendung der zum Schutze der Ameisenkolonien bestehenden Gesetze.

Der größte Schaden erwächst den Ameisenvölkern in der Hauptsache durch das Puppensammeln. Mit Recht schiebt Gößwald (1939) dem Puppensammeln die Hauptschuld an der Ausrottung der roten Waldameise zu.

Über den Vorgang des Puppensammelns (Abb. 450—455) gibt Gößwald eine anschauliche Schilderung, der wir kurz folgendes entnehmen: „Zu dem Rüstzeug eines Puppensammlers gehört ein langer Sack mit einem groben Sieb, eine Kohlenschippe und ein feines Küchensieb. Mit der Kohlenschippe wird der Nesthaufen der roten Waldameise vorsichtig abgedeckt, bis die weißen Puppen zutage treten. Eine Schaufel voll Puppen gibt der Sammler durch das Sieb in den Sack. Hier hinein fallen die Puppen, ein Teil der Ameisen und das feinere Nestmaterial. Der auf dem Sieb verbliebene Rückstand wird dem Ameisenhaufen zurückgegeben. Nachdem die Sammeltätigkeit beendet ist, werden die Puppen gereinigt, d. h. zuerst trennen die Ameisen selbst die Puppen von dem lästigen Nestmaterial und schließlich werden die Puppen von den Ameisen befreit. Dieser Vorgang spielt sich folgendermaßen ab: Zunächst werden auf einem von der Waldstreu befreiten Platz im Umkreis von etwa 1,8 m Durchmesser 5 Fanggruben von 35 cm Tiefe und 25 cm Breite gegraben. Diese Fanggruben werden mit Fichten- oder Kiefernzweigen ausgefüllt. In der Mitte des Platzes werden die Puppen aus dem Sack geschüttet und verrecht, so daß sie möglichst der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt sind. Die Ameisenarbeiterinnen haben nun das Bestreben, ihre Puppen an einem schattigen Platz in Sicherheit zu bringen, stoßen hierbei auf die geschützten Fanggruben und tragen schleunigst die Puppen an diesen schattigen Orten zusammen, und zwar ohne das lästige Nestmaterial. Nachdem die Puppen so säuberlich in den Fanggruben zusammengebracht sind, nimmt der Sammler diese mit der Hand heraus, den etwa anhaftenden Sand läßt er durch



Abb. 450. Ausschütten der Puppen zwischen den Fanggruben, die mit Kiefernwedeln gefüllt sind. Nach Gößwald



Abb. 451. Verteilen der Puppen auf dem Boden, um sie möglichst den Sonnenstrahlen auszusetzen. Nach Gößwald

ein enges Küchensieb ablaufen. Nun müssen also die Puppen noch von den Ameisen befreit werden. Zu diesem Zweck läßt man die Puppen an einer möglichst



Abb. 452. Eine Fanggrube vorzeitig durch Herausnahme der Kiefernwedel geöffnet. In der Grube befinden sich Puppen und Ameisen sauber ohne Nestmaterial. Nach Gößwald

dem Wind ausgesetzten Stelle in Armhöhe aus dem Sieb auf einen Sack fallen. Durch die Kraft des Windes werden bereits die meisten leichteren Ameisen beiseite geweht. Die restlichen Ameisen werden noch auf einfache Weise entfernt: Die gereizten Tiere haben das Bestreben, sich an jedem fremden Gegenstand festzubeißen. Der Sammler fährt nun einige Male mit einem leichten Flanelltuch mit haarigem Gewebe über die auf dem Sack liegenden Puppen hinweg. Die Ameisen beißen sich hieran fest und so liegen die Puppen endlich fein säuberlich beisammen."



Abb. 453. Herausnehmen der gereinigten Puppen aus den Fanggruben. Den unbeabsichtigt mit herausgenommenen Sand läßt man durch das auf dem Sack liegende Küchensieb ablaufen. Nach Gößwald

Die Folgen des Puppensammelns für die Ameisenvölker faßt Gößwald in folgenden Punkten zusammen:

1. Der ständige Entzug gerade der jüngsten Arbeitskräfte führt zu einer Überalterung des Ameisenvolkes.
2. Es wird der lebensnotwendige Wärmehaushalt gestört und die Auf-

spaltung großer Nester in kleine Zweigkolonien veranlaßt, die nicht zum Abwandern in das Bestandsinnere befähigt sind.

3. Werden Nester im Waldesinnern selbst geplündert, so führt hier die Degenerierung zum Aussterben.
4. Durch das Puppensammeln wird die Aufzucht von Geschlechtstieren und somit die natürliche Verjüngung verhindert.

Es kann demnach kein Zweifel sein, daß durch das Puppensammeln dem Ameisenbestand im Wald ein ganz erheblicher Schaden zugefügt wird. Und so muß alles geschehen, um das Puppensammeln zu verhindern oder es wenigstens in geregelte und erträgliche Bahnen zu lenken, und um den mit dem Schutz des Waldes beauftragten Stellen eine Handhabe zur Anleitung bzw. zum Überwachen sachgemäßen Puppensammelns zu geben.



Abb. 454. **Befreiung der Puppen von dem letzten Rest vegetabilischer Substanzen und von dem Hauptteil der Ameisen durch die Tätigkeit des Windes. Nach Gößwald**

Gößwald schlägt hierfür folgende Bestimmungen vor:

1. Die Sammeltätigkeit beginnt frühestens am 1. Juni. Die an ihrer Größe leicht erkenntlichen Geschlechtstierpuppen dürfen auch später nicht gesammelt oder verkauft werden.
2. Das Sammeln ist nur am Waldrand und am Rand von breiten sonnigen Wegen erlaubt, im Bestandesinnern dagegen verboten.
3. Die Höchstmenge der im Jahr gesammelten Puppen darf 1 l (= 20 000 Stück) frische Puppen nicht überschreiten. Der Sammler muß fortlaufend so viel große Nester (Durchmesser des Nesthaufens zu ebener Erde 1 m) aufweisen können, als zulässige Liter beantragt oder genehmigt sind. Über Verlust und



Abb. 455. **Wegfangen der letzten Ameisen durch das Flanelltuch. Nach Gößwald**

Zunahme der Kolonien ist jedes Jahr der vorgesetzten Naturschutzbehörde zu berichten.

4. Jedes zehnte große Nest darf nicht berührt werden. Solche Nester sind für immer, auch für die folgenden Jahre gleichbleibend, als „Zuchtnester" kenntlich zu machen und Sachverständigen jederzeit zur Kontrolle vorzuzeigen.
5. In Wäldern, in denen Schädlingsfraß droht, und in unmittelbar anliegenden Beständen im Umkreis von 5 ha darf keine Sammelerlaubnis erteilt werden. Das Sammeln ist hier grundsätzlich verboten. Die Entscheidung über die Bedrohung des Waldes durch Schadinsekten trifft die mit dem Forstschutz beauftragte Behörde.

Hinzu kommt:

6. Das Gewinnen von Ameisenspiritus, die Wegnahme des Nestmaterials und jedes andere Stören der Nester ist verboten.
7. Bei waldbaulichen Maßnahmen ist darauf zu achten, daß die Nester der roten Waldameise erhalten bleiben. Dies geschieht durch vorsichtiges Umgehen der Nester beim Arbeiten, wie Fällen von Bäumen, so daß den Ameisen hinreichend Ernährungsmöglichkeiten geboten sind, bis der benachbarte Bestand genügend herangewachsen ist.
8. Die gleichen Bestimmungen, die zum Schutz der roten Waldameise *Formica rufa rufa* L. und *Formica rufa rufo-pratensis* For. erlassen werden, gelten sinngemäß für die Wiesenameise *Formica rufa pratensis* Deg., die im offenen Gelände die nützliche Rolle der roten Waldameise einnimmt.

Besonderer Wert ist auf eine Überwachung des Handels zu legen, um auch auf diesem Weg das wilde Räubern einzuschränken. Als diesbezügliche Bestimmung käme hinzu:

9. Ameisenpuppen dürfen nur von Sammlern bezogen werden, denen die ausnahmsweise Sammelerlaubnis von der zuständigen Naturschutzbehörde für das betreffende Jahr erteilt worden ist, und zwar in der bestätigten zugelassenen Menge, die 50 l je Jahr nicht überschreiten soll. Das unkontrollierte Inserieren von Ameisenpuppen, auch von getrockneten, ist verboten.

Doch mit allen diesen Maßnahmen wird ein allmähliches Verschwinden der Waldameisen, vor allem in der näheren und weiteren Umgebung von größeren menschlichen Siedlungen nicht aufzuhalten sein, wenn nicht eine künstliche Vermehrung der Ameisenvölker als Gegengewicht gegen die Ausrottung unternommen wird.

Derartige Vorschläge sind schon von Ratzeburg gemacht und später von Schulz (Wirschkowitz), Cantzler, von Roon und im größeren Umfang vor allem von Gößwald ausgeführt worden. Die Versuche haben den Erwartungen nicht immer entsprochen, indem die neu angesiedelten Kolonien zum Teil wieder verschwanden. Die Mißerfolge sind in der Hauptsache auf das Außerachtlassen der bionomischen und ökologischen Grundlagen der Ameisenverbreitung unter natürlichen Verhältnissen zurückzuführen. „Man darf der roten Waldameise nicht vorenthalten", schreibt Gößwald in seiner sehr verdienstvollen Arbeit über die künstliche Ameisenverbreitung, „was man bei der Einführung eines jeden natürlichen Parasiten für selbstverständlich hält: die Berücksichtigung der natürlichen ökologischen Verbreitungsgrenzen und das Vorhandensein der für die Entwicklung der Generationen nötigen Wirtstiere. Jedes zwangsweise Aussetzen ohne Erfüllung dieser Voraussetzungen führt notwendigerweise zum Wiederaussterben, wenn es auch bei *Formica rufa* infolge des höheren Alters der Kolonien länger dauert."

Wir haben oben auseinandergesetzt, daß *Formica rufa* in mehreren Rassen vorkommt (*rufa rufa* L., *rufa rufo-pratensis* Deg.), von denen jede ihre eigenen ökologischen Bedingungen und natürlichen Verbreitungsgrenzen besitzt. *F. rufa rufa* L. dringt am weitesten in das Waldinnere vor, *rufa*

rufo-pratensis For. bevorzugt Waldränder und lichte Stellen im Wald, während *rufa pratensis* Deg. ihr Hauptverbreitungsgebiet im offenen Gelände hat, also für eine Ansiedlung im Walde nicht in Frage kommt. Diesen Bedürfnissen der einzelnen Rassen muß unbedingt Rechnung getragen werden, wenn der Versuch nicht gleich von vornherein zum Scheitern verurteilt werden soll.

Nicht überall, wo die rote Waldameise fehlt, kann sie ohne weiteres künstlich angesiedelt werden. Wie wir aus den neueren Forschungen, vor allem Gößwalds und Wellensteins kennen, stellt dieselbe nicht geringe Anforderungen an die klimatischen Bedingungen und an die Ernährungslage in einem Gebiet (s. oben S. 449). Der Platz der Neuansiedlung muß wenigstens zeitweise Sonne haben (auch bei *rufa rufa*, da das Wärmebedürfnis von kleinen Kolonien, die über eine nur geringe Eigenwärme verfügen, viel größer ist, als das älterer Kolonien) und es müssen in der Nähe Pflanzenläuse für die erste Nahrung der jungen Kolonie vorhanden sein (Voraussetzung hierfür ist eine möglichst reiche Flora). So werden windgeschützte Bestandesränder besonders begünstigte Plätze für Neuansiedlungen sein. Am wenigsten werden sich die reinen plantagenähnlichen Wälder mit fast fehlendem Unterholz und geringer Bodenflora eignen.

Zu berücksichtigen ist ferner noch, daß *F. rufa* zu den Ameisen gehört, deren ♀♀ die Fähigkeit der selbständigen Koloniegründung verloren haben, und daß bei ihr die Koloniegründung entweder auf dem Wege der Spaltung oder mit Hilfe von Hilfsameisen (*Formica fusca*) geschieht. Gößwald schlägt vor, um möglichst sicher zu gehen, vor der künstlichen Vermehrung der *rufa*, die Hilfsameise *F. fusca* in dem neu zu erobernden Waldteil anzusiedeln.

„*Formica fusca* ist für eine künstliche Verbreitung besonders gut geeignet: zunächst einmal ist sie sehr häufig, ferner lassen sich aber auch aus dem Grund hier besonders leicht Ableger machen, da die Kolonien dieser Ameise stets über eine größere Zahl von begatteten Königinnen verfügen, welche besonders häufig in den Monaten Mai bis Juli an der Nestoberfläche unter einem Neststein (vorwiegend bei feuchtem, warmen Wetter) anzutreffen sind. Einige Königinnen mit Brut und etwa 100—200 Arbeiterinnen werden vorsichtig in einem Säckchen mit etwas Nestmaterial gesammelt und unter einem Stein, der künstlich unterminiert ist, oder in einem alten, schwach morschen Holzstrunk, der aber nicht schon von anderen Ameisen besetzt sein darf und womöglich frei sein soll von Käferlarven, welche die Vermoderung beschleunigen, ausgesetzt[1]). Auch hier sind windgeschützte, etwas sonnige Plätze mit trockenem Untergrund zu bevorzugen. Natürlich müssen auch diese Neugründungen, wie die Zweigkolonien der roten Waldameise, anfänglich entsprechend geschützt werden. Wenn sich in den neu angelegten Nadelwäldern die Hilfsameisen einmal festgesetzt haben, wird die rote Waldameise von selbst, sobald die ökologischen Verhältnisse reif hierzu sind, nachfolgen. Erst dann ist es zweckmäßig, die Vermehrung der roten Waldameise noch durch Aussetzen von *rufa*-Zweigkolonien zu beschleunigen, derart, daß man kurz vor der Reife der Geschlechtstiere die Haufen aussetzt."

Die künstliche Vermehrung der Völker der roten Waldameise geschieht in der Weise, daß man von einer als Stammnest bezeichneten Kolonie Ableger macht. Mehrere Säcke werden mit Ameisen und Brut und etwas Nestmaterial gefüllt und an einem bestimmten Standort in kleinen Nesthaufen von 5000 bis 100 000 Arbeiterinnen ausgesetzt. An lichten Standorten genügen weniger Arbeiterinnen, je schattiger der Standort, desto mehr Ameisen müssen ausgesetzt werden, um den Tieren genügend Eigentemperatur mitzugeben. Zum Aussetzen wird ein möglichst nach der Südseite freier Platz gewählt, unmittelbar neben einem alten,

[1]) Wie bei der Neuansiedlung von *Formica rufa* dürfte es sich auch für *Formica fusca* empfehlen, künstlich einige Nestkammern vorzubereiten (vgl. Schulz)

durch Käfer- oder Holzwespenfraß durchlöcherten Stubben. Die Ameisen ziehen hier mit ihrer Brut ein und tragen allmählich Nestmaterial zusammen. Unmittelbares Ausschütten der Ameisen über dem Stubben hat sich nicht bewährt. Die Tiere verlassen in der Regel das modernde Nestmaterial und siedeln sich irgendwo in der Nähe an. Die Kolonie ist dann oft sehr schwer wieder zu finden.

Nun fehlt der kleinen Kolonie meistens das Wichtigste, nämlich die Königin. Wenn auch die *rufa*-Völker meist über einen großen Reichtum von Königinnen (bis zu 300) verfügen, so ist es doch durchaus nicht sicher, in dem entnommenen Material auch eine Königin zu haben, da diese sich oft sehr tief in den Boden zurückziehen. Und so hat Gößwald den Vorschlag gemacht, Königinnen in künstlichen Nestern zu züchten.

Zum Gewinnen von Königinnen gibt es verschiedene Wege: 1. Ausgraben im Winter. Dieser Weg ist sehr umständlich. 2. Zweckmäßiger ist es, mit jungen Königinnen die Koloniegründung zu beginnen, entweder mit frei umherlaufenden Weibchen, die im Mai während der Schwarmzeit nach dem Hochzeitsflug eingesammelt werden[1]), oder mit Weibchen, die in Gefangenschaft begattet wurden. Der letzte Weg ist wohl der aussichtsreichste. Die begatteten Weibchen müssen sofort zu Arbeiterinnen gegesetzt und längere Zeit im Labor auf ihren Gesundheitszustand geprüft werden, bevor sie im Freien den Kolonien übergeben werden.



Abb. 456. Gießen von Gipsnestern. Herausnahme der fertigen Gipsnester aus der Holzform und Entfernen der Hartgummiplatte. Nach Gößwald

„Zur Königinnenzucht werden Gipsnester fertiggestellt, die auf einfachste Weise massenhaft gegossen werden, wie in Abb. 456 dargestellt ist. Einige Holzrahmen greifen ineinander über, so daß mehrere Kammern für den Guß der Nester eingeteilt werden. Der Nestraum wird durch Gummi ausgespart, der sofort zu dem nächsten Guß gebrauchsfertig ist. Auf diese Weise können in einem Tag etwa 60 Nester gegossen werden. Die Ameisen werden mit Bienenhonig gefüttert. Die Tiere müssen stets 100 % relative Luftfeuchtigkeit zur Verfügung haben. Zur Regulierung der Feuchtigkeit liegen die Nester auf Gipsplatten oder Backsteinen, die selbst im Wasser stehen."

---

[1]) Von 1000 jungen *rufa*-♀♀, die nach dem Hochzeitsflug zur Erde kommen, erreicht höchstens eines das Ziel der Koloniegründung, da die Umweltwiderstände sehr große sind. Dieser großen Vergeudung von wertvollem Material kann nur dadurch begegnet werden, daß in einem gut besetzten *rufa*-Gebiet während der Zeit der Hochzeitsflüge die nach dem Flügelabwurf suchend umherlaufenden jungen ♀♀ in Massen aufgesammelt und zur Zucht verwendet werden. Auf Grund eines besonderen Verfahrens ist es (nach Gößwald) möglich, in kurzer Zeit junge Kolonien fertig zum Aussetzen zu erhalten und so die geeigneten Wälder mit neuen Kolonien in beliebiger Zahl zu besiedeln.

„Nun besteht die große Schwierigkeit, den Ableger eine oder mehrere Königinnen aufnehmen zu lassen. Jede fremde Ameise wird in der Regel getötet, auch wenn sie der gleichen Rasse angehört, da der Geruch verschieden ist. Demnach muß der Geruch der Königin dem des Ablegers angepaßt werden: Von einer großen Kolonie werden eine Anzahl Ableger gemacht. Von der gleichen Stammkolonie nimmt man einige tausend Arbeiterinnen mit in das Labor, läßt diese einige Tage hungern und setzt sie dann jeweils zu 30—50 in ein besonderes Gipsnest. Von den hungrigen Arbeiterinnen, die in ihrer Angriffslust geschwächt sind, wird nun die fremde Königin nach einigem Geplänkel angenommen, die Ameisen werden beim Zusammenbringen gleichzeitig gefüttert. Nach einigen Tagen ist der Geruch der Arbeiterinnen, also der Duft der Stammkolonie, auf die Königin übertragen, und diese kann nun zu den Ablegern zugesetzt werden. Diese Methode gelingt bis Anfang September. Um diesen Zeitpunkt tritt eine Geruchsumkehr der im Mai begatteten Weibchen ein. Der Geruch wird dann nicht mehr von der Arbeiterin auf die Königin, sondern von der nunmehr dominierenden Königin auf die Arbeiterinnen übertragen, so daß diese nach der Rückgabe an ihre Stammkolonie bzw. deren Ableger mitsamt der Königin als geruchsfremd und daher feindlich behandelt werden. Zur restlosen Klärung dieses neuen Problems sind noch umfangreiche Versuche nötig.“

B. Schaden der Ameisen

Die schädliche Tätigkeit der Ameisen im Walde tritt gegenüber der nützlichen Tätigkeit, wie wir sie von *Formica rufa* geschildert haben, weit zurück. Sie erstreckt sich in ihrer Wirkung nicht, wie bei dieser, über den gesamten Wald, sondern beschränkt sich auf einzelne Bäume. Die Schädigungen können einmal durch den **Nahrungserwerb** und sodann durch den **Nestbau** hervorgerufen werden.

Die Beschädigungen durch **direkten Nahrungserwerb** spielen in unseren Wäldern nur eine geringe Rolle. Sie bestehen in der Hauptsache darin, daß Ameisen Knospen und frische Triebe anbeißen, um den ausfließenden Saft zu lecken. Es scheint sich in dieser Beziehung besonders die große Roßameise (*Camponotus herculeanus* L.) hervorzutun, die nach Prells Beobachtungen (1924) zu den wichtigsten Eichentriebschneidern zu rechnen ist. „Abends saßen diese Ameisen knäuelartig zusammengedrängt an den Knickungsstellen der Triebe, und leckten den dort austretenden Saft auf; andere waren damit beschäftigt, die Wunde an der Knickungsstelle durch Weiternagen zu vergrößern, und wieder andere machten sich an noch junge Triebe heran und begannen dieselben anzuschneiden.“ Die angebissenen Triebe hängen später herab und vertrocknen. Direkte Fraßschäden sind auch bei anderen Ameisen festgestellt worden, so bei *Formica rufa* L., die beim Ausfressen der Knospen von Ahornheistern und von Weidenkätzchen, und bei *Formica fusca* L., die beim Zerfressen von Birn- und Pflaumenblüten beobachtet wurden (Altum F. III. S. 236 und Reh 1932)[1]).

---

[1]) In tropischen Ländern können die Beschädigungen der Pflanzenwelt durch Ameisen zum Nahrungserwerb einen ganz enormen Umfang annehmen. Es sei nur an die Blattschneiderameisen (der Gattung *Atta* angehörend) erinnert, die zu den schlimmsten landwirtschaftlichen Schädlingen Südamerikas gehören. In unaufhörlichen Zügen besuchen sie die Pflanzen, um aus den Blättern größere oder kleinere Stücke herauszuschneiden, die sie in ihre unterirdischen Nester schleppen, wo sie dann von Heimarbeitern zerkleinert und zum Aufbau von „Pilzkuchen“, d. s. Mistbeete zur Pilzzucht, verwendet werden. Es war der deutsche Forstmann Albert Möller, der diese interessanten Zusammenhänge entdeckte: Siehe hierüber ferner Escherich (1926 und 1927), Eidmann (1935), Goetsch (1939).

Außer diesen direkten forstlich geringfügigen Beschädigungen durch Ameisenfraß, erwachsen dem Wald aus der Ernährungsbiologie der Ameisen auch noch indirekte Schadwirkungen, und zwar durch die **Trophobiose,** d. s. die Beziehungen der Ameisen zu den Blattläusen zwecks Erlangung von deren zuckerhaltigen Exkrementen (Blattlaushonig). Die Trophobiose bedeutet einen wesentlichen Fortschritt in der Saftgewinnung gegenüber der oben beschriebenen direkten Art: Der Saftzufluß durch Vermittlung der Blattläuse ist (bei wesentlich geringerer Verwundung der Pflanze) einmal viel reicher und länger anhaltend und sodann erleidet der Saft im Darm der Blattläuse eine nicht unwesentliche chemische Veränderung, insofern als die aus dem After austretenden Exkremente mehr Zucker enthalten als die ursprünglichen der Pflanze entnommenen Säfte. Die Ameisen erhalten also durch Vermittlung der Blattläuse nicht nur eine viel reichlichere, sondern auch eine viel bessere, nährstoffreichere Saftnahrung; mit andern Worten, sie nutzen auf diese Weise die Pflanzen viel ökonomischer aus [1]).

Die Ameisen verfahren folgendermaßen: Wenn sie Exkremente haben wollen, betasten sie die Blattläuse mit ihren Fühlern, worauf an der Hinterleibsspitze jener ein Tropfen einer klaren Flüssigkeit erscheint. Diese wird von den Ameisen gierig aufgeleckt. Je eifriger die Blattlaus gekitzelt wird, desto mehr gibt sie ab; ich beobachtete einmal in 5 Minuten 4 austretende Tropfen. Die Saftgewinnung kann also von den Ameisen willkürlich hervorgerufen und gesteigert werden. Der Vorgang hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem „Melken", weshalb man die Blattläuse auch als „die Kühe der Ameisen" (Linné) oder „Melkvieh" bezeichnet hat. Die Ameisen hören mit dem Melken, wenn sie nicht gestört werden, erst dann auf, wenn ihr Kropf vollkommen gefüllt ist (Abb. 457 B); sie laufen dann in großer

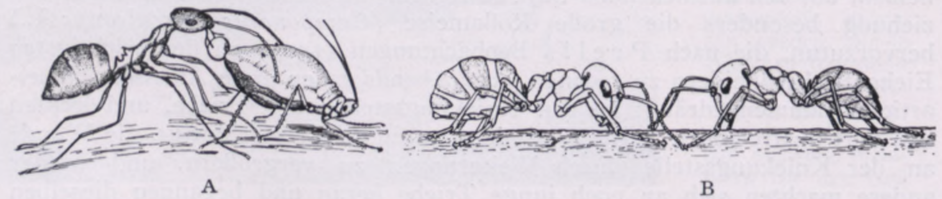


Abb. 457. **A Ameise beim Melken einer Blattlaus. Nach Goetsch. B Zwei Arbeiter von *Lasius niger* L., links: mit gefülltem Kropf von den Blattläusen heimkehrend; rechts: mit leerem Kropf zu den Blattläusen ausziehend. Nach Eidmann**

[1]) Die Zuckeranreicherung kann wohl als eine Anpassungserscheinung an das Zusammenleben mit den Ameisen aufgefaßt werden, wie denn die von Ameisen besuchten Blattläuse auch in ihrem sonstigen Verhalten verschiedene besondere Züge aufweisen. Es sei hier nur an die verschiedene Art der Exkrementabgabe erinnert: Diejenigen Blattlausarten, welche niemals von Ameisen besucht werden, spritzen die Exkremente stets weit von sich (wodurch der sogenannte „Honigtau" entsteht). Die meisten myrmecophilen Aphiden dagegen tun dies nur dann, wenn zufällig keine Ameisen vorhanden sind. Sind aber solche anwesend, so lassen sie die Tröpfchen nur langsam herauslaufen, wobei letztere noch durch spezielle um die Afteröffnung stehende Härchen aufgehalten werden. Endlich gibt es noch einige Blattläuse, die die Fähigkeit des Fortspritzens vollständig verlernt haben und die ihre Exkremente nur noch nach dem letzteren Modus von sich geben, selbst wenn keine Ameisen hinter ihnen stehen; es sind dies die extrem myrmecophilen Arten, die nicht nur von Zeit zu Zeit von Ameisen besucht werden, sondern ständig in deren Gesellschaft leben (Mordwilko).

Eile, schneller als die mit leerem Kropf zu den Aphiden ausziehenden, zu ihrem Nest zurück (Herzig). Durch das „Melken" kann die Saugtätigkeit der Blattläuse wesentlich, nach Herzig (1938) auf das zwei- bis dreifache gesteigert werden.

Eidmann (1927) berechnet die Menge des von einer großen *Lasius niger*-Kolonie im Laufe eines Sommers eingetragenen Blattlaushonigs auf 1 Ltr. Herzig (1938) kommt auf noch höhere Zahlen; seine auf zahlreichen Beobachtungen beruhende Berechnung der Blattlausexkrementmenge, die innerhalb von 100 Tagen dem Nahrungshaushalt der untersuchten Ameisennester zugeführt wird, ergab für

Lasius brunneus . . . . 1,1460 l mit einem Gewicht von 1,462 kg
„ *niger* . . . . . 1,7204 l „ „ „ „ 2,145 kg
„ *fuliginosus* . . . 5,1070 l „ „ „ „ 6,454 kg

Die Steigerung der Saugtätigkeit beruht einmal auf dem ständigen Reiz, den die Ameisen durch ihre Fühlerschläge auf die Blattläuse ausüben und sodann auf dem Schutz [1]) und verschiedentlich auch auf einer weitergehenden Pflege, die die Ameisen den Blattläusen zuteil werden lassen.

Die Schadwirkung, die durch die Steigerung der Saugtätigkeit der Blattläuse und durch einen dementsprechend erhöhten Saftentzug auf die besetzten Pflanzen ausgeübt wird, ist sehr verschieden je nach der Art der Pflanze, der Zeit des Saugens und nach dem Sitz der Blattlausherden. An zarten Trieben oder in der Nähe von Blüten oder an Wurzeln werden die Folgen schlimmer sein als an der Rinde älterer Bäume. Da nun im Walde weitaus die meisten der von den Ameisen ständig besuchten Blattläuse zu den forstlich mehr oder weniger indifferenten Rindenläusen (Lachniden) gehören, so ist der Schaden, den die Forstwirtschaft durch die Trophobiose erleidet, im allgemeinen wohl nur sehr gering [2]). In einzelnen Fällen können allerdings gelegentlich merklichere Schäden durch die Trophobiose auftreten, vor allem da, wo es sich um Wurzelläuse handelt.

Zweifellos trifft dies für die von Jankowsky (1894) und von Axmann (1895) beobachteten Fälle zu, wonach Aufforstungen auf einem von *Lasius flavus* besetzten Terrain auf große Schwierigkeiten gestoßen sind und die Hälfte der Pflanzen eingingen. Die beiden Autoren machten die genannte Ameise direkt für die Schäden verantwortlich (durch ihre Nestbautätigkeit und Benagen der Wurzeln), da sich an den Wurzeln der herausgezogenen Pflanzen eine Anzahl von Ameisen feststellen ließen. Doch da *Lasius flavus* ausschließlich von Blattlaushonig lebt, so können die Ameisen hier nur indirekt, d. h. durch ihre Wurzellauszucht, für die Schäden verantwortlich gemacht werden Die Freilegung der Wurzeln, von denen die beiden

---

[1]) Der Schutz gegen Feinde, den die Blattläuse durch Ameisen erfahren, scheint allerdings nach Herzigs Beobachtungen im allgemeinen überschätzt zu werden: „Der Schutz der Aphiden durch die Ameisen ist ‚ungewollt' und nur sehr gering. Die Ameisen reagieren hauptsächlich auf schnell bewegliche Körper und betrachten jeden Angriff auf die Aphiden als auf sich selbst gerichtet, wobei sie sich und somit auch gleichzeitig die Blattläuse verteidigen. Die langsamen Coccinellidenlarven und deren Imagines werden beim Verzehren der Blattläuse von den Ameisen ganz selten gestört. Durch Schlupfwespen beunruhigte Blattläuse werden von den Ameisen ergriffen und getötet, wenn letztere durch die Aphiden erregt werden und mit deren wachshaltigem Verteidigungsstoff in Berührung kommen." Vielfach werden auch tote Blattläuse ins Nest gebracht, was darauf schließen läßt, daß die Ameisen die Blattläuse nicht nur als „Melkvieh" betrachten, sondern sie auch in ihrem Nahrungshaushalt verwerten.

[2]) Über die positive Seite der Trophobiose siehe oben bei *F. rufa* (S. 449).

Autoren berichten, ist geradezu charakteristisch für die Trophobiose mit Wurzelläusen [1]).

Weit auffallender sind die Schäden, die aus der **Nestbautätigkeit** dem Wald erwachsen können, und zwar dann, wenn dieselbe in das Holz gesunder stehender Bäume verlegt wird [2]).

In unserem Faunengebiet kommt hierfür praktisch nur eine Art in Betracht:

Camponotus herculeanus L. (Roßameise)

Die Roßameise (Abb. 416) ist die größte der heimischen Ameisenarten (Arbeiter bis 14 mm). Sie tritt in 3 Rassen auf: *herculeanus herculeanus* L., *herculeanus ligniperdus* Latr. und *herculeanus vagus* Scop. (= *pubescens* F.). Die letztere Form ist für unser Faunengebiet praktisch forstwirtschaftlich bedeutungslos; sie kommt nur in warmen Gegenden vor. In Deutschland ist sie bisher nur in der Pfalz gefunden worden, wo sie vor allem trockene sonnige Abhänge bewohnt und in alten Baumstümpfen nistet [3]). Dagegen sind die ersten beiden (zwischen denen übrigens noch Zwischenformen, *herculeanus herculeano-ligniperdus,* vorkommen) über ganz Deutschland verbreitet, wobei *herculeanus herculeanus* L. mehr das Gebirge (feuchte Böden mit Fichtenwäldern) liebt und *herculeanus ligniperdus* Ltr. die Ebene mit trockenen Kiefernwäldern auf Sandböden bevorzugt. Biologisch stimmen die beiden mehr oder weniger überein, nur nistet *ligniperdus* Ltr. weit mehr unter Steinen als im Holz im Gegensatz zu *herculeanus,* welcher seine Nester in der Regel im Holz (Baumstämmen) nagt.

Bionomie

Die Bionomie der Roßameise (und zwar der Stammform *herculeanus*) ist in neuerer Zeit von Eidmann (1929 u. 1930) eingehender studiert worden. Wir folgen hier in der Hauptsache seinen Schilderungen.

Nestbau

Die Roßameise *(herculeanus herculeanus* L.) errichtet ihr Nest mit Vorliebe im Holz, und zwar in stehenden, meist völlig gesunden Stämmen. Ganz besonders wird die Fichte befallen, seltener die Kiefer und nur in den seltensten Fällen Laubholz. Wo die Nester in kränkelndem (z. B. rotfaulem) Holz oder in älteren Stöcken angelegt werden, zeigen sie ein un-

[1]) Das Kapitel „Ameisen und Blattläuse im Wald" bedarf noch einer eingehenden Analyse. Ein guter Anfang ist von Wellenstein gemacht.

[2]) In anderer indirekt ebenfalls mit der Nestbautätigkeit zusammenhängender Weise schadet die nordamerikanische *Formica exsectoides* Forel, die ähnliche Haufen in den Wäldern baut wie unsere *F. rufa* L. Um der Sonne Zugang zu dem Nest zu verschaffen, werden alle in der Nähe befindlichen Bäume von den Erbauern des Nestes abgetötet. Die Ameisen nagen etwa 3—7 Zoll über dem Boden tiefe Wunden in die Rinde und spritzen ihre Säure hinein, was ein Gerinnen des Eiweißes im Splint und damit eine Stockung des Saftflusses nach der Wurzel zur Folge hat (Reh 1932).

[3]) In Südeuropa wird *vagus* oft dadurch schädlich, daß er seine Nester in den neu angesetzten Rindenschichten der Korkeiche anlegt und durch die großen darin ausgehöhlten Gänge und Kammern den Kork wertlos macht (A. Krauße zit. nach Reh 1932 S. 414).

regelmäßig verlaufendes Gang- und Kammersystem (Abb. 458). Wogegen die Nester im gesunden Stamm eine regelmäßige charakteristische Architektur aufweisen: Von zahlreichen Jahresringen (und zwar den zentral gelegenen) wird das weiche Frühjahrsholz ausgenagt, während das harte Herbstholz stehen bleibt. Dadurch wird der befallene Stammteil in eine Reihe konzentrisch ineinander steckender Hohlzylinder zerlegt, deren Zwischenräume als Gänge und Kammern dienen (Abb. 459). Diese Hohlräume sind nicht, wie man früher annahm, durch waagrechte Scheidewände in verschiedene übereinanderliegende Etagen abgeteilt, sondern gehen oft viele Meter hoch ohne Unterbrechung im Stamm hinauf. Sie werden höchstens von den stehen gebliebenen Hornästen durchzogen, die aber nicht als Stützpfeiler dienen, sondern vielmehr als Laufstege, auf denen die Ameisen auf dem kürzesten Wege von Kammer zu Kammer, vom Zentrum des Nestes zur Peripherie und umgekehrt gelangen könen. Daß die Hornäste keine Stützpfeiler sind, als welche sie vielfach aufgefaßt werden, geht daraus hervor, daß das Holz der Wände um die Hornäste meist im ziemlichen Umkreis entfernt ist und also letztere frei durch das Kammersystem hindurchziehen (Abb. 460). Die Wände zwischen den einzelnen Kammern sind in den mittleren Nestpartien, wo zahlreiche nebeneinander liegende Jahresringe ausgehöhlt werden, oft erstaunlich dünn, nicht dicker als eine Postkarte; weiter nach oben und unten werden sie dicker, indem hier häufig mehrere Jahresringe unversehrt als Trennungswände stehen bleiben (Abb. 461).



Abb. 458. *Herculeanus*-Nest mit unregelmäßig verlaufenden Gängen im rotfaulen Fichtenholz

Die Nester sind auf das Kernholz beschränkt und lassen den Splint gewöhnlich unberührt. Wahrscheinlich wird die Nestbautätigkeit im Splintholz durch den Harzfluß erschwert bzw. unmöglich gemacht. Man kann zwar bisweilen sehen, daß Kammern auch in das Splintholz vorgetrieben werden; doch sind diese in der Regel stark verharzt und daher unbewohnbar. Die vertikale Ausdehnung der *herculeanus*-Nester im Stamm kann viele (bis 10) m erreichen, wobei die Zahl der vollkommen durchgehenden Hohlzylinder gegen das untere (basale) und

obere Ende zu immer geringer wird. Wie weit sie sich noch nach unten in den Boden fortsetzen in einem unterirdischen Nestteil, kann nur durch Aufgraben festgestellt werden. Nach Eidmanns neueren Untersuchungen scheint zwar mindestens eine Verbindung des Stammnestes mit dem darunter liegenden Boden zu bestehen, ohne daß jedoch ein eigentliches Erdnest vorhanden ist.



Abb. 459. Längsschnitt durch ein Nest von *Camponotus herculeanus* L. in gesundem Fichtenholz. Unten ein von hinten her eindringender Spechteinschlag, der durch Holzspäne und eine darüber stehengebliebene Scheidewand gegen das übrige Nest abgeschlossen ist. Nach Eidmann

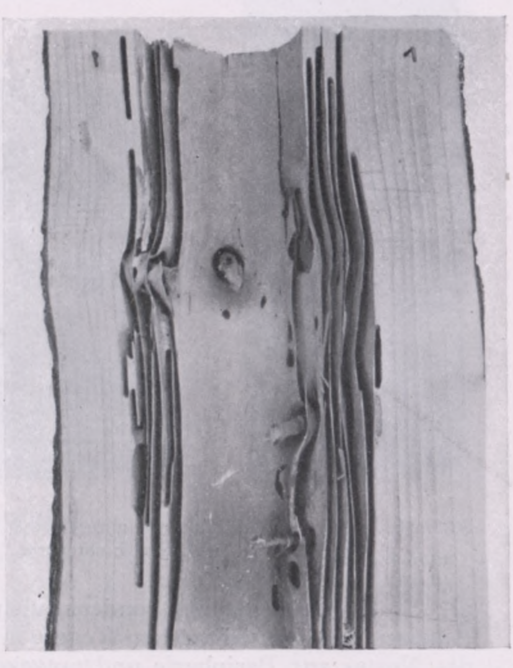


Abb. 460. Die von den Ameisen ausgenagten Hohlräume sind von Hornästen durchzogen, die aber nicht als Stützpfeiler dienen, sondern höchstens als Laufstege

Wie die Ameisen in den Stamm gelangen, darüber liegen noch keine direkten Beobachtungen vor. Doch scheint es ihnen nicht möglich zu sein, in einen völlig gesunden Stamm einzudringen, und zwar deshalb, weil der Harzfluß sie daran hindern würde, die Rinde und den Splint zu durchnagen. Offenbar gelingt das Eindringen nur dann, wenn bereits Wunden vorhanden sind, wie sie durch Blitzschlag, Sonnenbrand, Fällschäden, Schälen von Rotwild usw. verursacht werden. Ganz besonders scheinen Beschädigungen an der Stammbasis (oft Folgen von Holzrücken) zum Eindringen in die Stämme benützt zu werden, da die Ameisen ihr Nest mit Vorliebe von der Stammbasis aus beginnen, um dann nach oben fortzuschreiten und mit jedem Jahr im Stamminnern höher zu rücken.

Ernährung und Koloniegründung

Über die Ernährungsbiologie der Roßameise ist noch wenig bekannt. Die im allgemeinen friedfertige Ameise scheint ihren Nahrungsbedarf größtenteils durch Trophobiose, vor allem mit Rindenläusen, zu decken. Auch durch Anbeißen von Knospen und jungen Trieben suchen sich die Arbeiter gelegentlich Pflanzensäfte zugänglich zu machen (s. oben S. 463).



Abb. 461. Querschnitt durch den Endabschnitt eines Nestes von *Camponotus herculeanus* L. Die Nestkammern folgen dem Verlauf der Jahresringe, das harte Herbstholz ist stehen geblieben. Nach Eidmann

Die Vermehrung und Verbreitung der Kolonien erfolgt fast regelmäßig auf dem Wege der „unabhängigen Koloniegründung". Der Hochzeitsflug findet gewöhnlich anfangs Juni statt, wobei es nicht selten zur typischen Schwarmbildung kommt. Die

aufsteigenden Geschlechtstiere sind meist schon im vorhergegangenen Jahr ausgekommen und haben im Nest überwintert, sind also zum größten Teil bereits 1 Jahr alt [1]). Nach erfolgter Begattung und dem Abwurf der Flügel schließen sich die ♀♀ in einem Versteck, meist unter einem Stein, von der Außenwelt ab, um dort mit der Eiablage und Aufzucht der Brut zu bebeginnen. Im nächsten Frühjahr sind die ersten Arbeiter fertig, die nach einigen Tagen den Kessel öffnen und sich nach außen begeben, um Nahrung herbeizuschaffen [2]). Wann die junge Kolonie sich anschickt in den Stamm einzudringen, ist noch nicht sicher festgestellt; wahrscheinlich dürfte die Herstellung des Holznestes erst dann erfolgen, wenn die unterirdische Kolonie bereits eine gewisse Größe erreicht hat.

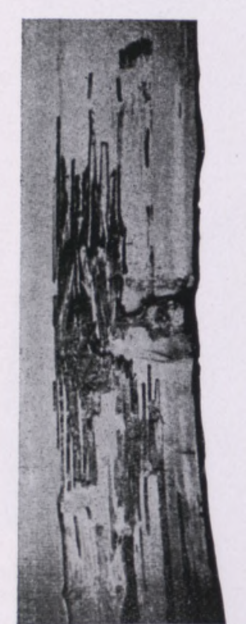
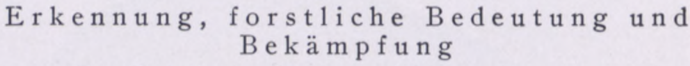


Abb. 462. Längsschnitt durch einen von *Camponotus* befallenen Fichtenstamm mit Spechteinhieb



Erkennung, forstliche Bedeutung und Bekämpfung

Den befallenen Bäumen sieht man von außen zunächst nichts an. Oft verrät sich ein *Camponotus*-Nest, abgesehen von den ein- und auslaufenden Arbeitern, durch das von den Ameisen bei ihrer Bautätigkeit (die im Sommer auch nachts nicht unterbrochen wird) herausgeschaffte Nagsel, das an der Stammbasis sich als kleiner Berg von weißen flockigen Holzspänchen ansammelt und weithin sichtbar ist. Durch den Einfluß von Wind und Wetter werden aber diese Zeugen des Ameisenlebens am Stamm selbst bald wieder beseitigt, so daß im Spätherbst oder im Winter nichts mehr Kunde von der Tätigkeit der fleißigen Minierer im Innern des Stammes gibt.

So bleiben meist nur noch die Spechteinhiebe (Abb. 462), die dem Forstmann die Ameisenbäume verraten; in der Regel ist aber dann die Nestanlage schon so weit fortgeschritten, daß ein größerer Abschnitt des Stammes wertlos geworden ist. Die Spechteinschläge rühren größtenteils vom Schwarzspecht (*Picus martius* L.) her, dessen Spezialnahrung die Roßameise ist und welcher auch deren Hauptfeind darstellt [3]).

[1]) Da die Geschlechtstiere schon schlüpfen, bevor die Überwinterten sich auf den Hochzeitsflug begeben, oder jedenfalls nicht lange nachher, so findet man fast immer Geflügelte in den *Camponotus*-Nestern. Ebenso kann man in ihnen fast zu jeder Jahreszeit Larven in verschiedener Größe antreffen. Da die Kammern auf weite Strecken ohne Etagenbildung (durch horizontal eingebaute Böden) durchgehen, so drängt sich die Frage auf, wie die Larven hier verstaut werden. Eidmann glaubt, daß sie mit den eigentümlichen hakenförmigen Haaren, mit denen sie besetzt sind, an den rauhen Wandungen der Kammern aufgehängt werden.

[2]) Einzelheiten hierüber bei Eidmann (1926).

[3]) Csiki fand einmal 200, ein andermal 100 *Camponotus* im Magen des Schwarzspechtes. Gegenüber dem Schwarzspecht treten die anderen Spechte und auch die sonstige Vogelwelt als regelmäßige Vertilger der Roßameise stark zurück. Wenn Csiki im Magen eines Abendfalken (*Falco vespertinus* L.) einmal 300 und einmal 200 *Camponotus* gefunden hat, so sind das Ausnahmefälle, darauf zurückzuführen, daß der Falke zufälligerweise in einen *Camponotus*-Schwarm (Hochzeitsflug) geraten ist (s. v. Vietinghoff-Riesch 1928).

Gewöhnlich begnügt sich der Specht nicht mit einem Loch, sondern schlägt deren eine ganze Reihe — Altum bildet eine „Ameisenfichte" mit 17 Spechtlöchern ab — übereinander; bisweilen findet man auch einzelne Einhiebe oberhalb der eigentlichen Nestregion. Die Spechtlöcher sind in der Regel sehr tief, da die Nester ja auf den Kern des Stammes beschränkt sind.

Der Schaden, den die Roßameise der Forstwirtschaft zufügt, besteht einmal in der technischen Entwertung größerer Stammpartien (und gerade des stärksten Teils der Stämme) und sodann auch in der Minderung der Stabilität der Stämme, die leicht zu Windbruch führt. Die Zahl der befallenen Stämme wechselt stark je nach der Örtlichkeit; sie kann oft recht beträchtlich sein und nicht selten mehrere Prozent der gesamten Stammzahl betragen (Eidmann berichtet von 3—5 %).

Eine Bekämpfung ist schwer durchzuführen; sie kann nur darin bestehen, die befallenen Stämme so bald als möglich zu fällen und aus dem Bestand zu entfernen. Es ist ferner ratsam den unteren Stammabschnitt, so weit das Nest reicht, vom gesunden abzutrennen, da die Ameisen auch im gefällten Stamm weiterarbeiten, und so den Schaden noch vergrößern können.

Die Roßameise geht übrigens auch in bereits verarbeitetes Holz, und oft genug wurden uns solche Schäden in eingebauten Balken, vor allem in Veranden, Balkonen usw. gemeldet, vor allem aus Ortschaften im Gebirge. Sind die Zerstörungen schon so weit vorgeschritten, daß die Tragfähigkeit darunter leidet, so sind die befallenen Balken auszuwechseln. Dabei ist natürlich festzustellen, ob sich das Nest auf den einen Balken beschränkt, ob bereits auch Nachbarbalken angegangen sind, oder ob das Nest sich in den Boden fortsetzt. In solchen Fällen ist das anstoßende noch wenig infizierte Balkenwerk oder der Untergrund chemisch (mit Atemgiften) zu behandeln.

Die chemische Bekämpfung wird in der Weise ausgeführt, daß man den Balken an mehreren Stellen anbohrt und dann eine als Atemgift wirkende Flüssigkeit eingießt. Sehr gut haben sich hierbei die verschiedenen Xylamone bewährt, die als Hausbockbekämpfungsmittel sich so wirksam erwiesen haben.

Literatur

über Ameisen

Ambros, W., 1939, Unsere Waldameise (*Formica rufa* L.) mit besonderer Berücksichtigung ihrer künstlichen Vermehrung. Ctrlbl. ges. Forstw. *65*, 15—29.

Axmann, A., 1895, Vorbeugungsmittel gegen die Beschädigungen durch *Lasius flavus* Ltr. Zentralbl. f. d. ges. Forstw. *21*, 249—252.

Behrndt, G., 1933, Die Bedeutung der roten Waldameise bei Forleulenkalamitäten. Z. f. Forst- u. Jagdw. *65*, 479—498.

Cantzler, Th., 1926, Künstliche Ameisenvermehrung. Bayer. Forst- u. Jagdztg. *33*, 155—156.

— — 1934, Künstliche Ameisenvermehrung. D. dtsch. Forstbeamte Nr. 41, 889—891.

Eidmann, H., 1925 a, Der Nutzen der Ameisen. Anz. Schädlkde. *1*.

— — 1925 b, Zur Kenntnis der Biologie von *Cetonia floricola* Hbst. Zool. Anz. *65*, 21—27.

— — 1926, Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise. Z. f. ang. Ent. *12*, 298—331.

— — 1927, Ameisen und Blattläuse. Biol. Zentralbl. *47*.

Eidmann, H., 1929, Zur Kenntnis der Biologie der Roßameise (*Camponotus herculeanus* L.). Z. f. ang. Ent. *14*, 229—253.
— — 1930, Die forstliche Bedeutung der Ameisen. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 515—525.
— — 1935, Zur Kenntnis der Blattschneiderameise, *Atta sexdens* L., insbesondere ihrer Ökologie. Z. f. ang. Ent. *22*, 185—241 u. 385—436.
Escherich, K., 1909, Ameisen und Pflanzen. Tharandt. Forstl. Jahrb. *60*, 66—96.
— — 1917, Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. Zweite Aufl. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn.
— — 1924, Zur Frage der künstlichen Ameisenvermehrung. D. Dtsch. Forstwirt *6*, 1213—1215.
— — 1925, Eine Reise ins norddeutsche Eulengebiet. Forstw. Centralbl. *47*, Heft 1 u. 2.
— — 1926, Brasilianische Skizzen. 2. Die Blattschneiderameise und andere Forstschädlinge. Forstwiss. Centralbl. 593—612.
— — 1927, Die Blattschneiderameisen und ihre Bekämpfung. Forschungen u. Fortschr. *3*, S. 84.
Forel, Aug., 1874, Les Fourmis de la Suisse. Zürich. (Bildet die Grundlage der wissenschaftlichen Ameisenkunde.)
Friend, R. B., and Carlson, A. B., 1937, The Control of Carpenter Ants in Telephon Poles. Connecticut Agr. Exper. Station. Bulletin 403, 913—929.
Goetsch, W., 1937, Die Staaten der Ameisen. Verständl. Wissenschaft *33*. Berlin, Julius Springer.
— — 1939, Die Staaten argentinischer Blattschneider-Ameisen. Zoologica *35*, Heft 96. Stuttgart.
Gößwald, K., 1932, Ökologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Z. wiss. Zool. *142*, 1—156.
— — 1933, Die künstliche Verbreitung der roten Waldameise *Formica rufa* L. unter besonderer Berücksichtigung ihrer Bionomie u. Ökologie. Forstwiss. Centralbl. *55*, 33—340.
— — 1937, Ameisen als unsere Helfer gegen Waldverderber. Deutsche Forstbeamtenztg. *3*, 478—479.
— — 1938 a, Über die schädlichen Ameisen und ihre Bekämpfung. Z. f. Desinfekt. u. Laboranten, Heft 6.
— — 1938 b, Über die Ausrottung und Wiederverbreitung der roten Waldameise *Formica rufa* L. Deutsche Forstzeitung *7*, 1020—1024.
— — 1939, Über Nutzen, Ausrottung, Schutz, Verbreitung und künstliche Vermehrung der roten Waldameise *Formica rufa* L. Jahresber. Berlin. u. Brandenburgischen Provinzstellen f. Naturschutz, 1. Heft.
Hawley, R. C., and Record, S. I., 1916, Do Ants kill Trees about their Colonies? Amer. Forestry Washington D. C. *22*, 685—686 (Rev. appl. Ent. *5*, S. 74).
Hölldobler, G., 1938, Über die wirtschaftliche Bedeutung der roten Knotenameise *Myrmica rubra laevinodis* Nyl. Z. ang. Ent. *24*, 268—276.
Jankowsky, R., 1894, Ein neuer Forstschädling. Zentralbl. f. d. ges. Forstw. *20*, 431—434.
Jucht, 1935, Ein Beitrag zur Kiefernspannerfrage. Z. f. ang. Ent. *11*, S. 213—245.
Krauße, A., 1913, *Camponotus herculeanus vagus* Scop. als Korkschädling. Arch. f. Naturgesch. *79*, Abt. A, S. 34.
— — und Schulz, Unsere Ameisen, besonders die Waldameise und ihre künstliche Vermehrung. Forstl. Flugblätter, herausgeg. von M. Wolff, Nr. 13.
Kutter, H., 1920, Gehe hin zur Ameise. Bern u. Leipzig, Ernst Bircher Verlag.
Manter, J. A., 1925, A preliminary report on the use of Calcium Cyanide for the Mound building Ant, *Formica exsectoides*. Journ. eco. Ent. *18*, 348—351.
Mordwilko, A., 1907, Die Ameisen und Blattläuse in ihren gegenseitigen Beziehungen.
Ökland, F., 1930, Studien über die Arbeitsteilung und die Teilung des Arbeitsgebietes bei der roten Waldameise (*Formica rufa* L.). Ztschr. f. Morph. u. Ökol. *20*, 63—130.
Peirson, H. B., 1922, Mound Building Ants in Forest Plantations. Journ. Forestry *20*, 325—326 (Rev. of appl. Ent. *11*, S. 201).
Prell, H., 1924, Roßameisen als Eichentriebschneider. Die kranke Pflanze *1*, 46—47.

Prell, H. Ameisen als Schutz gegen Raupenfraß. Silva *13*, 49—55.
— — 1925, Das Rätsel des Eichentriebschnittes. *Camponotus herculeanus* L. als Eichenfeind. Tharandt. forstl. Jahrb. *76*, 49—65, 2 Taf.
von Roon, 1932, Neue Erfahrungen und Projekte auf dem Gebiete der künstlichen Ameisenvermehrung in der Oberförsterei Wirschkowitz. D. Dtsch. Forstw. *14*, 311—313.
Schulz (Wirschkowitz), 1924, Künstliche Vermehrung der Ameise. D. Dtsch. Forstwirt Nr. 88.
— — 1925, Nochmals: Künstliche Vermehrung der Waldameise. Ebenda Nr. 29.
Skwarra, El., 1929, Die Ameisenfauna des Zehlaubruches. Schrift. phys.-ökon. Ges. Königsberg 3—174.
Stammer, H. J., 1938, Eine Riesenkolonie der roten Waldameise (*Formica rufa* L.). Z. f. ang. Ent. *24*, 285—290.
Stäger, Rob., 1924a, Die Ameise als Insektenvertilgerin. Z. wiss. Insektenbiol. *19*, 68—74.
— — 1924b, Die Bedeutung der Ameise in der Pflanzengeographie. Mitt. Naturforsch.-Ges. Bern, Heft V.
— — 1924c, Über die näheren Umstände beim Heimschaffen der Beute durch die Waldameisen. Ent. Ztschr. Frankfurt a. M. *38*, (32 Seiten).
Stitz, H., 1914, Die Ameisen (*Formicidae*) Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. Die Insekten Mitteleuropas, herausgeg. von Prof. Dr. Chr. Schröder (Band II). Stuttgart, Franckhsche Verlagsbuchhandlung.
— — 1918, Die Beziehungen der Ameisen zum Menschen und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Z. f. ang. Ent. *4*, 71—128.
— — 1939, Ameisen oder *Formicidae*. In: Die Tierwelt Deutschlands usw. 37. Teil. Jena.
Vietinghoff, A. Freiherr von, 1928, Das Verhalten der paläarktischen Vögel gegenüber den wichtigeren forstschädlichen Insekten. VII. *Camponotus*. Z. f. ang. Ent. *13*, 495—498.
Wasmann, E., 1891, Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen. Münster.
Wellenstein, G., 1928, Beiträge zur Biologie der roten Waldameise (*Formica rufa* L.) mit besonderer Berücksichtigung der klimatischen und forstlichen Verhältnisse. Z. f. ang. Ent. *14*, S. 1—68.
— — 1929, Waldameisen und Forstschutz. D. dtsch. Forstwirt *11*, 161—163.
— — 1930, Beiträge z. Systematik und Biologie der Rindenläuse (*Lachninae* C. B.). Z. f. Morph. u. Ökol. *17*, 737—767.
Wheeler, W. M., 1910, Ants, their Structure, Development and Behavior. New York, The Columbia University Press. 660 Seiten mit 284 Figuren im Text. (Das ausführlichste Werk über Ameisen.)
Wolff, M., und Kraußе, A., 1925, Die Krankheiten der Forleule. Breslau.

7. u. 8. Familie Sphegidae (Grabwespen) u. Pompilidae (Wegwespen) [1]

Die **Sphegidae** fallen durch ihren kahlen, oft wespenartigen Körper auf (Abb. 463). Erstes Tarsenglied der Hinterbeine schmal, mehr oder weniger walzenförmig, weder zusammengedrückt noch besonders behaart; Flügel auch im Ruhezustand ungefaltet; Mundteile einfach, Zunge sehr kurz, zweilappig, von den Maxillen weit überragt, Maxillartaster sechsgliederig, Labialtaster viergliederig. Gesicht oft metallisch gold- oder silberglänzend behaart. Abdomen gestielt, Stiel oft mehr oder weniger verlängert, beim ♀ mit 6 Segmenten, ♂ mit 7 Segmenten; ♀ mit kurzem oder langem Stachel.

Die Nahrung besteht aus Pflanzensäften und Fleischkost. Die Larven erhalten wohl nur Fleischnahrung, sei es, daß sie sich von dem aufgespeicherten Vorrat der gelähmten Raupen, Fliegen, Käfer u. a. nähren

[1]) Die wichtigsten Bearbeiter dieser Gruppen sind: Friese (1926), Handlirsch, Kohl (1919) und Schenck (1857).

oder mit solchen nach und nach gefüttert werden *(Bembix)*. Die Imagines schlürfen nur Blumennektar (Friese).

Die forstliche Bedeutung tritt besonders bei Kalamitäten in Erscheinung, wenn man gewisse Arten (z. B. *Ammophila*) in großer Zahl mit Raupen als Beutetieren eilig dahinrennen sieht. Als Vertilger von Raupen, Blattläusen, Käfern (Buprestiden) usw. gehören sie zu den vermehrungshemmenden Faktoren so mancher Schädlinge.



Abb. 463. *Crabro fossorius* L. (3/1)

Die Grabwespen stellen sowohl in morphologischer wie biologischer Hinsicht eine sehr mannigfaltige Gruppe dar. Alle Formen sind echte Sommertiere, die heißen Sonnenschein lieben, an sonnigen Tagen behende am Boden herumlaufen und ein unruhiges und lebhaftes Wesen zur Schau tragen. Die Wespen finden sich gerne auf Blüten ein, um Honig zu naschen. Zur Ernährung ihrer Brut erbeuten sie alle möglichen Insekten, die sie mit einem oder mehreren Stichen lähmen und dann in ihre Nester eintragen. Dabei zeigen die verschiedenen Gattungen und Arten der Sphegiden besondere Vorliebe für bestimmte Beutetiere: so schleppen die Angehörigen der Gattungen Ammophila und Psammophila meist nackte Raupen (Noctuiden) ein, die der Gattung Cerceris vornehmlich Käfer (Buprestiden, Curculioniden) und Bienen, die der Gattungen Crabro, Bembix, Oxylebus hauptsächlich Fliegen, die der Gattungen Tachytes, Astata und Sphex hauptsächlich Heuschrecken und Blattwanzen, ferner Pemphredon und Gorytes hauptsächlich Cicaden, Psenulus und Mimesa usw. vornehmlich Blattläuse, und endlich Trypoxylon und Sceliphron meist Spinnen.

Abb. 464. *Crabro quadricinctus* F. ♀. (3/1.) Nach Eidmann

Während bei den meisten Arten die ♀♀ ihre Brutpflegetätigkeit damit abgeschlossen haben, daß sie das eingeschleppte Beutetier bzw. den eingetragenen Nahrungsvorrat mit einem Ei belegen und dann das Nest verschließen, schaffen bei anderen Arten (z. B. *Bembix)* die ♀♀ der aus dem Ei geschlüpften Larve immer wieder neues Futter heran, bis die Larve ausgewachsen ist und sich verpuppt. Die Verpuppung der Grabwespenlarven findet in der Regel in einem länglich eiförmigen bzw. birnförmigen Kokon statt, und zwar über den Weg einer Semipupa.

Für jeden ihrer Nachkommen bereiten die Grabwespen eine besondere Nestkammer, die sie in der Erde ausgraben oder aus Lehm an Wänden usw. erbauen (z. B. *Sceliphron*), oder in Pflanzenstengeln oder morschen Bäumen aushöhlen oder zu denen sie verlassene Gänge und Kammern von Holzinsekten benutzen.

Aus der großen Mannigfaltigkeit des Sphegiden-Vorkommens seien im folgenden einige Fälle herausgegriffen, die dem Forstmann häufiger begegnen und die zugleich als Beispiele für die verschiedenen Lebensformen dienen können:



Abb. 465. Längsschnitt durch einen Fichtenstamm, der in dem rotfaulen Innern zahlreiche Nestanlagen von Crabroniden birgt. Nach Eidmann

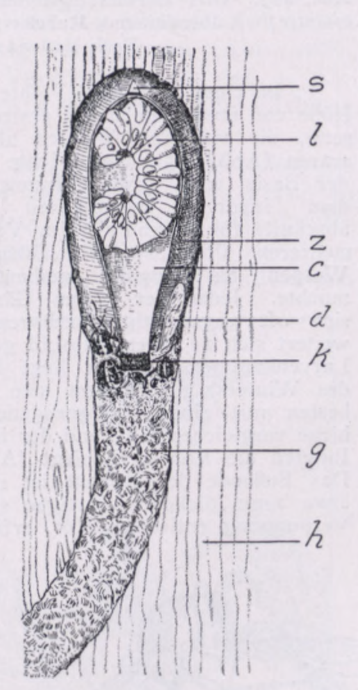


Abb. 466. Längsschnitt durch eine Larvenzelle mit überwinternder Ruhelarve von *Crabro quadricinctus* F. c Kokon, d Dipterenreste, g mit Bohrmehl verstopfter Zugang, h Holz, k Kotansammlung in der Basis des Kokons, l Ruhelarve, s hohler Spitzenaufsatz des Kokons (dessen Bedeutung noch unklar ist), z Larvenzelle. Nach Eidmann

Die Gattung **Crabro L.** enthält zahlreiche Arten, die meist eine wespenähnliche Färbung (schwarz mit gelber Zeichnung) und eine mittelgroße Statur (9—20 mm) besitzen (Abb. 464). Fast alle nisten in altem Holz, faulen Stammpartien, Balken, Pfosten, Brettern, in *Rubus*- und *Sambucus*-Zweigen, in denen sie richtige Zellen aushöhlen.

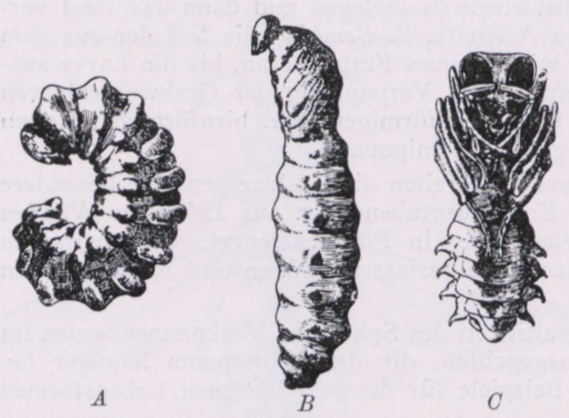


Abb. 467. Drei Entwicklungsformen von *Crabro quadricinctus* F. A überwinternde Ruhelarve, B Vorpuppe, C Puppe. Nach Eidmann

Eine eingehende Untersuchung über „Crabroniden als Bewohner alter Stämme" hat Eidmann (1928) angestellt, aus dessen Schilderung hier das Wichtigste wiedergegeben sei:

In einer rotfaulen Fichte war das vermoderte Holz (das sich bis zu einer Höhe von etwa 4 m hinauf erstreckte) dicht von einem Labyrinth von Gängen durchsetzt, die von den Wespen als Bauten zur Unterbringung ihrer Brut angelegt waren (Abb. 465). Die Fichte hatte an der Basis eine große Öffnung, die zu dem inneren vermoderten Stammabschnitt führte und die im Verein mit mehreren alten Spechteinschlägen, den Wespen als Zugang gedient haben mochte. Jeder der vielen Gänge, die sich oft gegenseitig durchkreuzen, erweitert sich zu einer ellipsoid gestalteten Larvenkammer. In ihr liegt (während des Winters) der Kokon, der sich am besten mit einer langgezogenen Glühbirne vergleichen läßt, und der in seinem Inneren die Ruhelarve birgt (Abb. 466). Das Fußende des Kokons ist mit einer etwa 2 mm dicken teerartigen schwarzen Masse, dem vor der Verpuppung entleerten Kot, erfüllt.



Abb. 468. *Cerceris emarginata* Pz. (3/1)



Abb. 469. *Cerceris rybensis* L. beim Fang einer Biene (*Halictus*). a Lähmung mit dem Stachel, b Heimschleppung. (3/1). Nach Marchal (aus Friese)

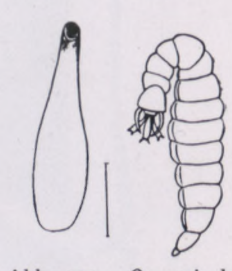


Abb. 470. *Cerceris bupresticida* Duf., rechts erwachsene Larve, links flaschenförmiger Kokon, den sie vor der Verpuppung spinnt. 1/1. Nach André (aus Friese)

Die Larve (Ruhelarve) ist ventralwärts gekrümmt und ist durch stark entwickelte Dorsal- und Pleuralwülste ausgezeichnet (Abb. 467 A). Die Ruhelarve geht einige Zeit vor der Verpuppung in die Semipupa über, die sich durch den langgestreckten Körper und die Absetzung des Thorax vom Abdomen deutlich von der Ruhelarve unterscheidet (Abb. 467 B). Die Semipupa geht durch Häutung in die Puppe über, die durch 4 abdominale Dornenpaare gekennzeichnet ist (Abb. 467 C). Die Puppenruhe dauert rund 1 Monat.

Aus dem eingezwingerten Stammstück ergaben sich zwei *Crabro*-Arten (*Crabro quadricinctus* Fbr. in 141 Exemplaren und *cavifrons* Thoms. in 1 Exemplar) und noch eine andere Sphegiden-Art (*Pemphredon montanus* Dahlb. in 30 Exemplaren); außerdem noch in großer Zahl (rund 90 Stück) die Schlupfwespe *Perithonus mediator* Fabr. (Pimpline), die wohl als Parasit von *Crabro quadricinctus* anzusprechen ist.

Die *Crabro*-Arten bringen als Beutetiere fast ausschließlich Dipteren ein. Da die *Crabro*-Larven die Chitinteile ihres Nahrungsproviantes übrig lassen, bleiben die Reste der eingetragenen Dipteren in der Larvenzelle zurück; sie finden sich stets an der Basis des Kokons als zusammengepackter Propf. In dem von Eidmann beschriebenen Fall waren es fast ausschließlich Syrphiden, die als Larvennahrung eingetragen worden waren.

Die Gattung **Cerceris Ltr.** (Knotenwespen) enthält eine Gruppe von mittelgroßen Wespen, daran leicht erkenntlich, daß die Abdominalsegmente durch tiefe Einschnürungen wulstig oder knotig hervortreten (Abb. 468). Als weitere Erkennungsmerkmale seien die Verschmälerung des 1. Abdominalsegmentes und die gestielte Cubitalzelle 2 genannt. Die Färbung ist wespenartig (schwarz mit gelber Zeichnung).

Die *Cerceris*-Arten (von denen etwa 20 Arten in Mitteleuropa heimisch sind) bauen, meist kolonienweise, im Sande, besonders gerne an Wegrändern, ihre innen mit Speichel geglätteten Neströhren. Als Beutetiere dienen ihnen zum Teil Bienen, zum Teil Käfer, und zwar vor allem die hart gepanzerten Rüssel- und Prachtkäfer (Curculioniden und Buprestiden), die sie mit einem Stich meist durch die dünne Verbindungshaut zwischen Mittel- und Hinterbrust lähmen.



Abb. 471. *Cerceris tuberculata* Vill. überfällt ihre Opfer (den Graurüßler *Cleonus*). 1/1. Nach Fabre (aus Friese)

Cerceris rybensis L. trägt Bienen als Larvenfutter ein, hauptsächlich *Halictus*-Arten (Abb. 469).

Cerceris bupresticida Duf. trägt vornehmlich Buprestiden ein *(Agrilus, Coraebus, Phaenops, Anthaxia, Chrysobothrys* usw.), daneben auch Rüsselkäfer *(Cleonus, Otiorrhynchus)*.

Cerceris arenaria L., eine der häufigsten deutschen Arten (14—17 mm lang), schleppt als Beutetiere die verschiedensten Rüsselkäfer ein. Friese

sah bei Innsbruck eine große Kolonie von 150—200 Nestern, deren ♀♀ nur *Otiorrhynchus squamosus* eintrugen. Ferner wurden noch als Beutetiere festgestellt: *Sitona, Cneorhinus, Brachyderes incanus* und andere.

Cerceris labiata F. und variabilis Schrk. tragen ebenfalls Rüsselkäfer ein. Kunze beobachtete die beiden Arten, wie sie *Polydrosus (Metallites) mollis* Grm. und *Strophosomus coryli* F. in solcher Menge in ihre Nester schleppten, daß diese sie gar nicht alle aufnehmen konnten (s. Bd. II, S. 325).

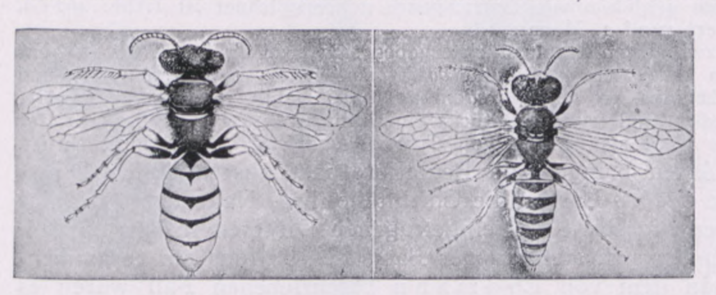


Abb. 472. *Philantus triangulum* F., die Bienenwolfwespe. Links ♀, rechts ♂ (2/1). Nach Thiem

Cerceris tuberculata Vill., eine 18—22 mm lange südeuropäische Art mit vorwiegend rostroten Beinen und Fühlern trägt fast immer den großen grauen Rüßler *Cleonus ophtalmicus* Rossi ein, nachdem derselbe durch einen Stich blitzartig zu völliger Unbeweglichkeit gelähmt worden ist. So ist es für die Wespe ein leichtes, den großen Käfer mit ihrem mittleren Beinpaar zu umfassen und im Fluge zu ihrem Nest zu tragen (Abb. 471).

Die Gattung **Philanthus Ltr.** kommt in Deutschland nur in einer Art vor, Philantus triangulum F. (Bienenwolf) [1]).

Der „Bienenwolf" hat im weiblichen Geschlecht ungefähr die Größe der gemeinen Wespe, unterscheidet sich aber von ihr ohne weiteres durch die Zeichnung des Hinterleibs und durch die in Ruhelage nicht gefalteten Vorderflügel (Abb. 472).

Der Bienenwolf nistet am liebsten in sandigen Böden in sonnigen windgeschützten Lagen; er ist aber auch auf reinem Kalkboden anzutreffen. Nicht selten findet man die Nester in Lücken zwischen Pflastersteinen, an Grundmauern von Gebäuden und auf industriellen Anfallboden. Die Nester verraten sich (wenigstens auf ebenem Terrain) durch die von den ♀♀ aufgeworfenen flachen Erdhäufchen (von der Größe etwa einer Untertasse) und die etwa bleistiftstarken Eingangsöffnungen, die zumeist randwärts liegen (Abbild. 475).

„Der weibliche Bienenwolf überfällt mit unheimlicher Gewandtheit in der Luft oder auf der Trachtpflanze die nichts ahnende Biene, um sie durch blitzschnelles Einführen des Giftstachels augenblicklich tödlich zu lähmen (Abb. 473). Hierauf wird die völlig wehrlose Biene gierig abgeleckt, nach erfolgter ‚Umarmung' durch die Luft davongetragen und

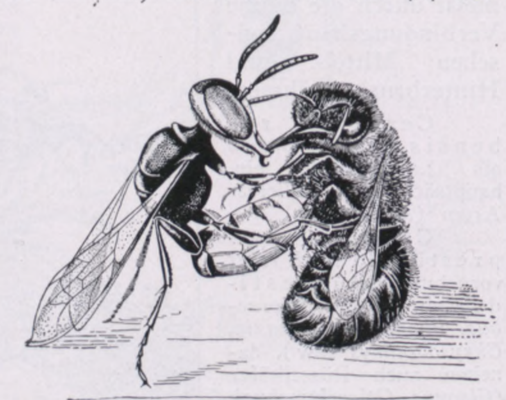


Abb. 473. Ein Bienenwolf-♀ sticht eine Honigbiene in die Kehle oder in das weichhäutige Gelenk zwischen Vorder- und Mittelbrust. Nach Thiem

[1]) Siehe hierüber das Flugblatt Nr. 145 (von H. Thiem) der Biologischen Reichsanstalt Berlin.

in einer zuvor angefertigten unterirdischen Erdhöhle niedergelegt (Abb. 474). Sind in einer Brutkammer 3—6 Bienen beisammen, so legt die Wespe auf einer derselben ein Ei ab. Aus ihm entwickelt sich alsbald eine fußlose Larve, die sich von dem Brustinhalt der Bienen ernährt (Abb. 474). Die in einigen wenigen Tagen ausgewachsene Larve umgibt sich alsbald mit einem sehr dichten Gespinst von flaschenförmigem Aussehen, das mit dem schmalen Ende an der Wand der Höhle festsitzt. In diesem Zustand verbleibt die Larve 11 Monate lang, da ihre Entwicklung erst im darauffolgenden Frühjahr (Mai, Juni) ihren Fortgang nimmt. Nach nur kurzer Verpuppungsdauer verläßt die Wespe je nach der Gunst der Witterung (bei uns Mitte oder Ende Juni) das Gespinst, das sie am freien Ende durchbeißt. Ihre Hauptflugzeit liegt im Hochsommer; sie dauert unter deutschen Verhältnissen im allgemeinen von Mitte Juli bis Mitte August. Der nur schwache Nachflug kann indessen bis in den Monat September hinein anhalten."

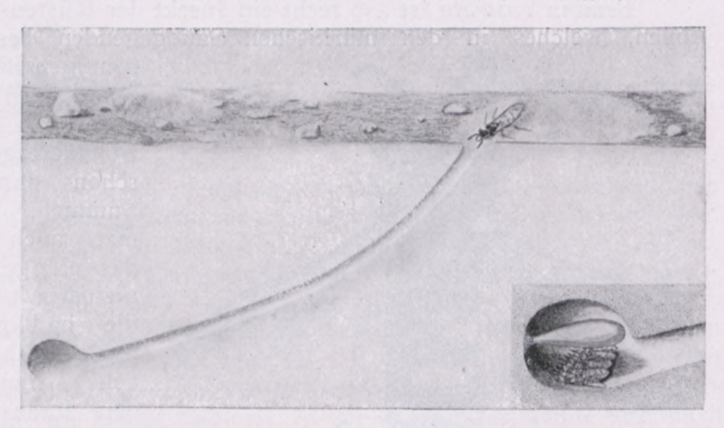


Abb. 474. Ein Bienenwolf-♀ legt den Eingang zur Brutkammer frei. Rechts unten: Brutkammer mit frei im Raum stehender Gespinstlarve (Kokon) des Schädlings; die darunter liegenden Bienen dienten der Larve vor dem Einspinnen zur Nahrung. Nach Thiem

Die Verluste, die die Imkerei durch die Bienenwölfe erleidet, können sehr groß werden: von einem ♀ können etwa 60—80 Bienen getötet werden; 500—700 Bienenwolf-♀♀ genügen also, um einen Stock von 40 000 Bienen völlig zu vernichten.

Zur Bekämpfung wird empfohlen, die Nistplätze mit lehmiger Erde, Steinkohlenasche u. dgl. rund 8—10 cm hoch zu bewerfen oder zu walzen. Sind die Nester in Rissen und Spalten von Grundmauern und zwischen Pflastersteinen, so werden diese Stellen am besten mit wasserlöslichen Teeremulsionen ausgegossen.



Abb. 475. Erdhäufchen des Bienenwolfs mit zum Teil sichtbarer Öffnung des Brutganges. Nach Thiem

Die Gattung **Bembix F.** enthält große, in Form und Zeichnung an *Vespa* erinnernde Tiere, die im Sand nisten und ihre Larven dauernd mit Fliegen füttern. Das Eingangsloch zum Nest wird nach dem Passieren immer wieder geschlossen. Von den wenigen deutschen Arten sei hier erwähnt

Bembix rostrata L.

Eine der stattlichsten einheimischen Grabwespen (20—25 mm lang), von robuster Gestalt und gelber wellenförmiger Querbindenzeichnung am Hinterleib (Abb. 476).

Bembix rostrata ist „so recht ein Insekt der Küsten- und Binnenlandsdünen, welches in den märkischen Sandgegenden besonders gern die sonnigen Blößen von Kiefernschonungen bewohnt. Dort verrät es sich an heißen Sommertagen gewöhnlich schon durch sein starkes Summen. Bisweilen kann man auch beobachten, wie das eifrige Tier oft in Gemeinschaft nahe beieinander die halbkreisförmige Bruthöhle gräbt und dabei mit den schwingenden Flügeln den losen Sand öfters so hastig beiseite wirbelt, daß eine kleine Staubwolke entsteht" (Müller nach Heymons).



Abb. 476. *Bembix rostrata* L. ♀ (2/1)

Gewöhnlich wird ein geeigneter Platz von einer ganzen Anzahl von ♀♀ belegt, so daß dort förmliche Kolonien von Nestern entstehen. Als Larvenfutter werden dauernd Fliegen eingeschleppt wie *Tabanus, Eristalis, Volucella, Syrphus* usw. Der Nahrungsbedarf der *Bembix*-Larven ist sehr groß; hat doch nach den Beobachtungen Peckhams eine Larve einer nordamerikanischen *Bembix*-Art in 5 Tagen 43 Stubenfliegen und eine dicke Bremse *(Tabanus)* aufgefressen, und Friese berichtet von 62 Fliegen *(Syrphus, Pollenia)* als Wochenration einer Larve von *Bembix rostrata*. Nach jedem Ein- und Austritt des beuteholenden ♀ wird die Nestöffnung fein säuberlich geschlossen. So ist das *Bembix*-♀ fortwährend stark beschäftigt, und es ist daher wohl verständlich, daß es während seines Lebens nicht mehr als 5—6 Junge aufziehen kann.



Abb. 477. *Ammophila sabulosa* L. ♀. Seitliche Ansicht

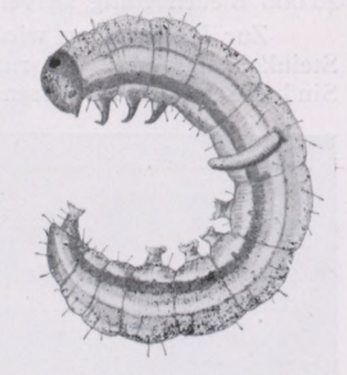


Abb. 478. Forleulenraupe mit dem Ei der Sandwespe *Ammophila sabulosa* L. belegt. Nach Eidmann

Die Gattung **Ammophila Kirb.** enthält große schlanke Wespen, die an dem dünnen zweigliedrigen Hinterleibstiel, der allmählich in den eigentlichen kolbenförmig verdickten Hinterleib übergeht (Abb. 477), leicht zu erkennen sind.

Ammophila sabulosa L. (Gemeine Sandwespe)

Die Grundfärbung der etwa 18—22 mm großen Wespe (Abb. 477) ist schwarz, das Ende des Hinterleibstiels und der Grund des verdickten Hinterleibs sind größtenteils rot, bzw. rotbraun; beim ♀ schimmern die Brustseiten und beim ♂ der Kopfschild silberweiß.

Die gemeine Sandwespe gehört zu den häufigsten und auch forstlich wichtigsten Sandwespen unseres Faunengebietes. Bei der bayerischen Eulenkalamität im Jahre 1930 trat sie an manchen Orten ungemein häufig auf. Allenthalben sah man dort die langbeinigen Wespen, unter sich eine Raupe, viel länger als sie selbst, tragend und mit großer Geschwindigkeit dahinjagend — von der Ferne mußte man glauben, die Raupen führen auf eiligen Schlitten dahin —, um ihr Nest aufzusuchen und mit der Beute in dessen Eingangsöffnung zu verschwinden (Bd. III, S. 724). Öffnet man ein solches Nest, so gelangt man durch einen wenige Centimeter langen schräg abwärts führenden Gang in eine kleine Kammer, in der sich eine gelähmte und stark ventralwärts gekrümmte Eulenraupe mit einem etwa in der Mitte des Raupenkörpers angeklebten Wespenei befindet (Abb. 478). Die aus dem Ei herauskommende Sandwespenlarve frißt die Eulenraupe bei lebendigem Leibe auf, um sich dann in der Nesthöhle zu verpuppen (Eidmann 1930). Außer der Kieferneulenraupe wurden noch als Beutetiere beobachtet jüngere Raupen des Kiefernschwärmers (*Sphinx pinastri* L.) und Afterraupen von Blattwespen.

Als Nistplatz wählt die Sandwespe sonnige Stellen mit lockerem Boden an Waldrändern, an Wegrändern usw., die mitunter durch die zahlreichen Nestöffnungen siebartig durchlöchert erscheinen.

Durch ihre raupenvernichtende Tätigkeit kann die Sandwespe bei Gradationen wohl eine nützliche Rolle spielen, ohne jedoch ausschlaggebend für den Verlauf der Kalamität zu werden. Dagegen wird sie in der Lebensgemeinschaft des Waldes in „ruhigen Zeiten“ durch die ständige Vernichtung von zur Schädlichkeit neigenden Raupen bei der Erhaltung des biologischen Gleichgewichtes mehr oder weniger beteiligt sein.

Eine ganz ähnliche Lebensweise führen die Arten der nah verwandten Gattung Psammophila Dahlb., die sich durch den nur eingliedrigen Hinterleibstiel und den Mangel der silberweißen Flecken von *Ammophila* unterscheidet. Auch die *Psammophila*-Arten tragen nackte Raupen ein.



Abb. 479. *Pompilus viaticus* L. (3/1)

Die **Pompilidae** (Wegwespen) zeichnen sich besonders auffallend durch ihre langen Beine, die den Hinterleib weit überragen, aus. Ihre Färbung ist durchwegs schwarz mit mehr oder weniger ausgedehnter roter oder rotbrauner Färbung des Abdomens, seltener mit weißen oder gelben Flecken.

Die Wegwespen lieben sandiges, spärlich bewachsenes Gebiet, in dem sie behende mit zitternden Flügeln über den Boden laufen oder meist in kurzen Absätzen herumfliegen. Als Beutetiere tragen sie Spinnen, die sie, wie die Sphegiden, vorher lähmen, in ihre primitiven Nester ein. Eine nachträgliche Fütterung (wie bei *Bembix* usw.) findet nicht statt. Die Larvenentwicklung geht sehr schnell vor sich, so daß wohl mehrere Generationen im Jahr aufeinanderfolgen. Die bekannteste und häufigste Art ist Pompilus viaticus L. (Abb. 479), die von April bis Oktober überall auf Sandböden zwischen Gras und Heidekraut, große Spinnen jagend oder einschleppend, angetroffen wird.

Literatur

über Sphegidae und Pompilidae

Davis John J., 1919, Contributions to a knowledge of the natural enemies of *Phyllophaga*. State of Illinois. Dep. Reg. and Educ. Divis. Nat. Hist. Survey. Bulletin *13*, Art. 5. Urbana.
Eidmann, H., 1928, Crabroniden als Bewohner alter Stämme. Forstw. Ctrbl. *50*, 485—496.
— — 1930, Beobachtungen im bayerischen Forleulengebiet. Anz. Schädlkde. *6*, 129—135.
Kohl, F. E., Die Gattungen der Sphegiden. Ann. Hofmuseum Wien *2*.
— — 1919, Die Crabronen der paläarktischen Region. Ebenda *29*.
Enslin, E., 1922, Zur Biologie des *Solenius rubicola* Duf. et Perr. und seiner Parasiten. Konowia *1*.
Handlirsch, A., 1887/1895, Monographie der mit *Nysson* und *Bembix* verwandten Grabwespen. Ber. Akad. Wien.
Friese, H., 1926, Die Bienen, Wespen, Grab- und Goldwespen. Die Insekten Mitteleuropas. Bd. I: Hymenopteren. Stuttgart, Franckhsche Verlagshandlung.
Thiem, H., 1932, Die Bienenwolfplage im Kaligebiet der Werra und ihre Bekämpfung. Die deutsche Bienenzucht in Theorie und Praxis *40*.
— — 1934, Erfahrungen in der Bekämpfung des Bienenwolfes. Ebenda *42*.
— — 1938, Der Bienenwolf und seine Bekämpfung. Flugbl. Nr. 145 der Biol. R.-A.
Peckham, G. u. E., 1904, Instinkt und Gewohnheit der solitären Wespen. Übersetzung von W. Schoenichen. Berlin.
Reuter, O. M., 1913, Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten bis zum Erwachen des sozialen Instinktes. Berlin (R. Friedländer).
Heymons, R., 1915, Die Grabwespen. In: Brehms Tierleben II. Band, 570—578.
Sickmann, F., 1893, Hymenopteren. Fauna von Iburg und Umgebung. Bd. I: Grabwespen. Osnabrück 1893.
Schenck, A., 1857, Beschreibung der in Nassau aufgefundenen Grabwespen. Jahrb. Ver. Naturkde. im Herzogtum Nassau Heft 12, 1—329. (Nachträge hierzu: ebenda Heft 16, 1861, 139—173.)

9. Familie Vespidae (Faltenwespen oder echte Wespen)

Die Faltenwespen, auch schlechthin Wespen genannt, stehen habituell manchen Grabwespen nahe, unterscheiden sich aber von diesen (wie überhaupt von allen Stechimmen mit einfachem Schenkelring) vor allem durch die im Ruhezustand der Länge nach gefalteten Vorderflügel. Ihre Zeichnung ist in den meisten Fällen schwarz und gelb. Die Augen sind auf der Innenseite nierenförmig ausgeschnitten. Fühler meist fadenförmig, beim ♂ 13gliedrig, beim ♀ 12gliedrig. Vorderflügel mit 3 vollständigen Cubitalzellen. Hinterleib beim ♀ mit 6,

beim ♂ mit 7 sichtbaren Segmenten, mit kräftigem Stachel. Das 1. Tarsenglied der Hinterbeine weder erweitert noch seitlich zusammengedrückt.

In bezug auf ihre Lebensweise können wir die Faltenwespen in zwei Gruppen einteilen:

1. Die solitär lebenden Wespen, die gleich wie die Grabwespen ihre Zellen mit gelähmten Insekten (Raupen, Käfer- und Blattwespenlarven) füttern. Hier baut das ♀ allein ein ein- oder mehrzelliges Nest aus Lehm oder Mörtel, das es in Mauerritzen, an Bretter, Pflanzenteile befestigt; oder es nistet in der Erde, in hohlen Pflanzenstengeln *(Rubus)* oder in trockenem Holz. Hierher die Gattungen *Odynerus* und *Eumenes*.

2. Die geselligen staatenbildenden (sozialen) Wespen, die in mehr oder weniger großen Staaten leben und die neben den Geschlechtstieren auch noch „Arbeiter" enthalten. Als Arbeiter werden die zuerst erscheinenden unbefruchtet bleibenden kleineren ♀♀ bezeichnet, deren Haupttätigkeit in der Teilnahme an der Vergrößerung des Nestes und in der Herbeischaffung von Larvenfutter besteht. Ihre Geschlechtsorgane sind nicht rückgebildet (wie bei den Ameisenarbeiterinnen). Die Staaten sind nicht dauernd, wie die der Ameisen und Bienen, sondern temporär, wie die der Hummeln, d. h. es stirbt das ganze Volk im Herbst ab, mit Ausnahme der jungen befruchteten ♀♀, die überwintern und im nächsten Frühjahr neue „Staaten" gründen. Die sozialen Wespen bauen Kartonnester mit Waben, die einen großen Umfang annehmen können. Der Karton wird aus zerkauten Pflanzenteilen, die mit Speicheldrüsensekret zusammengeleimt werden, gebildet. Die Larven werden mit zerkauten Insekten usw. gefüttert.

In forstlicher Hinsicht kann den Wespen einerseits ein gewisser Nutzen nicht abgesprochen werden; denn ihrer räuberischen Lebensweise fällt so manches schädliche Insekt zum Opfer. Andererseits werden gewisse Arten, vor allem die Hornissen, durch mehr oder weniger ausgedehnte Schälungen der Rinde schädlich. Der Schaden überwiegt, jedenfalls stellenweise, den Nutzen ganz wesentlich. Auch in landwirtschaftlicher Hinsicht können die Wespen recht schädlich werden, vor allem durch Benagen reifer Früchte (Obst, Weintrauben usw.), in die sie sich tief einfressen.

Zur Bekämpfung kommt in erster Linie die Zerstörung der Nester durch Ausräuchern mit Schwefel oder Schwefelkohlenstoff, durch Verbrennen, oder (bei den Erdnestern) durch Eingießen von Xylamon oder heißem Steinkohlenteer in Frage (Reh 1932). Außerdem wird das Abfangen der Wespen durch Fanggläser, die mit Honig oder Sirup versehen sind, empfohlen (s. dagegen unten S. 492).

Systematische Übersicht über die wichtigsten Vespiden-Gattungen[1]

1 Abdomen gestielt, Segment 1 sehr verschmälert, Segment 2 glockenförmig (Abb. 480). Solitär, Nest aus Mörtel an Wänden usw.
Eumenes F. (Lehm- oder Glockenwespen)

[1]) Die solitär lebenden Masarinen, die durch die kurzen gekeulten Fühler (an *Cimbex* erinnernd), durch den flachen mit scharfen Seitenrändern versehenen und auch einrollbaren Hinterleib (an die Chrysididen erinnernd), und durch die Honigfütterung der Larven eine Sonderstellung unter den Faltenwespen einnehmen, können wir hier unberücksichtigt lassen. Die einzige europäische Art (*Celonites abbreviatus* Vill.) baut näpfchenförmige aus Erde bestehende Nester, die reihenweise an Pflanzenstengeln angeheftet werden.

— Abdomen nicht oder kaum gestielt. Segment 1 kaum schmäler als das zweite; dieses mit der ganzen Basisbreite an das 1. Segment gefügt 2
2 Hinterleib nach der Basis zu allmählich verjüngt, 1. Segment ohne senkrecht abgestutzte Vorderfläche (Abb. 482) 3
— Hinterleib mehr kegelförmig, 1 Segment an der Basis senkrecht abgestutzt (Abb. 488). Staatenbildend; Kartonnest mit mehreren Waben und äußerer Hülle . . . . Vespa L. (Papierwespen)
3 Thorax mit feiner gelben Linie von der Flügelwurzel schräg nach vorn ziehend, hinten mit 3 Paar kleinen gelben Flecken. Mittelschienen mit 2 Enddornen. Staatenbildend, Nest mit nur einer Wabe, frei hängend, ohne Hülle. Polistes Latr. (Feldwespen)
— Thorax ohne gelbe von der Flügelwurzel ausgehende Linie. Mittelschiene mit nur 1 Dorn. Solitär lebend, Nest aus Lehm, in Wänden oder Pflanzenstengeln, oft Linienbau, bisweilen mit Schutzröhren vor dem Eingang. Odynerus Latr. (Mauerwespen)

1. Die solitären Wespen

Die **Eumenes**-Arten (von den 10 europäischen Arten gehören 3 unserer Fauna an) sind an dem langgestielten Hinterleib leicht zu erkennen (Abb. 480). Sie bauen ihre haselnuß- bis walnußgroßen Nester aus Mörtel



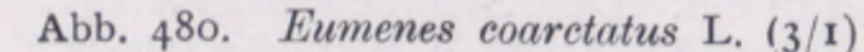


Abb. 480. *Eumenes coarctatus* L. (3/1)

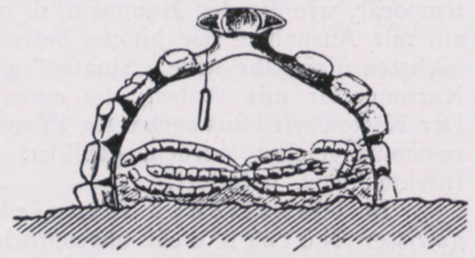


Abb. 481. Nest von *Eumenes arbustorum* Pz. im Durchschnitt. Von der Decke hängt das Ei an einem Faden herab; unten gelähmte Wicklerraupen als Nahrungsvorrat. Nach Friese

an Mauern, Steinen, Holzwänden, an Baumrinde und selbst zwischen Kiefernnadeln. Die Nester sind meist dünnwandig, einkammerig, teils enthalten sie mehrere (3—4) Kammern; sie sind gewöhnlich mit einem kurzen halsartigen Fortsatz versehen, der den Verschluß der Nestzelle bildet. Bevor diese aber geschlossen wird, trägt das ♀ eine Anzahl Beutetiere in das Nest und legt ein Ei, meist an einem Faden hängend, in das Nest bzw. in jede Zelle. Als Beutetiere kommen vor allem Schmetterlingsraupen, dann auch Blattwespenlarven in Betracht, die oft in größerer Zahl in einem Nest gefunden werden.

Chrétien (s. Friese 1926, S. 134) fand bis 38 Raupen in einem Nest von *Eumenes coarctatus;* in einem andern Nest der gleichen Art wurden 5 *Cimbex*-Larven von 1 cm Länge gefunden. In den Nestern von *Eumenes arbustorum* Pz., das drei- bis viermal so groß ist als das von *E. coarctatus,* hat man je 8—9 Raupen von *Agrotera trabelis* S. oder mehrere Raupen der Gamma-Eule *(Plusia gamma* L.) gefunden. Nicht selten entwickeln sich in den *Eumenes*-Nestern Chrysididen (Goldwespen), die ihre Eier in die Nester eingeschmuggelt haben, bevor diese verschlossen wurden.

Die Angehörigen der Gattung **Odynerus Latr.** (Abb. 482), die die umfangreichste Gattung der ganzen Familie darstellt, sind durch den ungestielten Hinterleib von der vorigen Gattung ohne weiteres zu unterscheiden. Sie bauen ihre Nester mit Vorliebe in steilen Lehmwänden oder

in trockenen *Rubus*-Stengeln, und zwar meist als Linienbauten (die Zellen aus Lehm einzeln hintereinander mit mehr oder weniger großem Zwischenraum zwischen den einzelnen). Als Futter werden Larven von Käfern, von Blattwespen und Schmetterlingsraupen (Wickler) eingetragen, die vorher durch einen Stich gelähmt wurden; 12—24 solcher Beutetiere werden in den Nestern gefunden. Das Ei, das



Abb. 482. *Odynerus parietinus* L. (3/1)

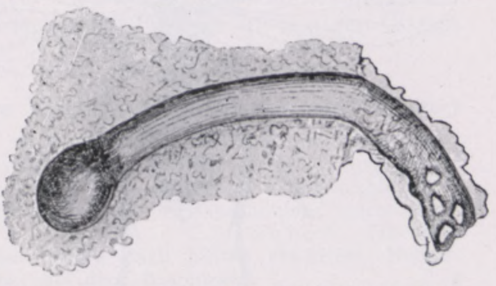


Abb. 483. Nest von *Odynerus spinipes* L. in einer Lehmwand; mit Vorbau. Nach Friese

schon vor dem Einschleppen der Beutetiere abgelegt wird, wird an einem Faden an der Decke befestigt (Abb. 484). Manche Arten haben die Gewohnheit, vor jedem Eingangsloch eine kleine nach unten gekrümmte aus bröckeliger Erdmasse bestehende Röhre anzulegen (Abb. 483). Dadurch wird das Finden der *Odynerus*-Nester erleichtert, besonders da, wo die Nester in großer Zahl beieinander in förmlichen Kolonien auftreten.

2. Die sozialen, staatenbildenden Wespen

Die „Staaten" der Wespen sind einjährig; sie gehen alljährlich vor Eintritt des Winters zugrunde. Es bleiben nur einige befruchtete Jungweibchen am Leben, die in irgendeinem Versteck überwintern, um im nächsten Jahr wieder neue „Staaten" zu gründen, die je nach den äußeren Verhältnissen und je nach der Art große Verschiedenheiten bezüglich des Volkreichtums zeigen können.

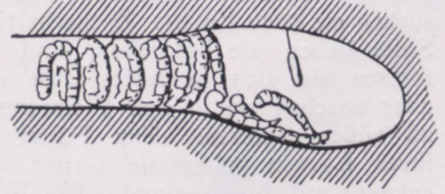


Abb. 484. Nest von *Odynerus reniformis* Gmel. in einer Lehmwand. Brutzelle mit dem an einem Faden aufgehängtem Ei; davor gelähmte Räupchen. Nach Friese

Gattung **Polistes Latr.**

Verhältnismäßig klein und wenig volkreich sind die „Staaten" der **Polistes**-Arten, von denen unserer Fauna nur eine Art angehört, nämlich Polistes gallicus L. (Abb. 485). Das überwinterte ♀ baut sein Nest unter einem vorspringenden Stein, an Fels- und Lehmwänden, an einer Zaunlatte oder ähnlichem Ort; es besteht gewöhnlich nur aus einer Wabe (eine Anzahl sechsseitiger Zellen enthaltend), die mittels eines kurzen dicken Stieles an der Unterlage befestigt wird. Eine Umhüllung fehlt (im Gegensatz zu den Nestern von *Vespa*) stets. In den Zellen, die nach unten offen sind, befinden sich die Larven, die sich kopfabwärts in ihnen festhalten und die in dieser Stellung dauernd mit zer-

kauten Insekten gefüttert werden. Sind die Larven ausgewachsen, werden die Zellen mit einem weißen vorgewölbten Deckel verschlossen. An der Vermehrung sind auch Nachkommen der Nestgründerin, die Hilfsweibchen oder „Arbeiter" beteiligt, die sich nur wenig von der Königin unterscheiden. Die unbegattet bleibenden Arbeiter bringen nur ♂♂ hervor.

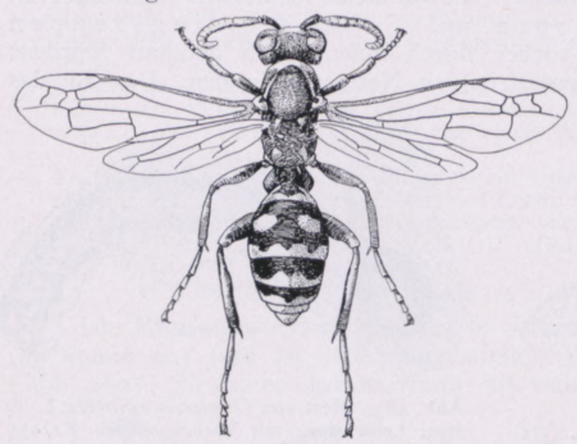


Abb. 485 *Polistes gallicus* L. (2/1)

Eine weit höhere Stufe des Staatenlebens, sowohl bezüglich des Volkreichtums als des Nestbaues, erreichen die Angehörigen der

Gattung **Vespa L.**

Die Nester, die wie bei *Polistes* aus grauer papier- und kartonähnlicher Masse, aus geschabten Pflanzenstoffen und Speichelsekret hergestellt, erbaut werden, bestehen aus mehreren (3—6) stockwerkartig übereinanderliegenden Waben, die zum Schutze mit einer mantelartigen Umhüllung umgeben sind. Letztere enthält eine (oder wenige Öffnungen) als Flugloch. Die *Vespa*-Arten sind im allgemeinen lebhafter als die *Polistes* und machen, wenn beunruhigt, meist sehr schnell von ihrem Giftstachel Gebrauch. Die Anwesenheit von Wespennestern wird durch zahlreiche ein- und ausfliegende Wespen schnell verraten. Überall suchen sie nach Futter. Zuckerhaltige Säfte lieben sie besonders, und so fressen sie sich in reifes Obst ein oder naschen sie in den Wohnungen an süßen Speisen. Zur Fütterung ihrer Larven gehen sie ferner unentwegt auf Insektenjagd. Die Fliegen überfallen sie auf Blättern oder Blüten, beißen Flügel, Beine und Kopf ab und nehmen den Rumpf mit, ebenso sind Schmetterlinge auf Blüten ihren wütenden Angriffen ausgesetzt.



Abb. 486. Nest von *Vespa media* Deg., frei an einem Ast hängend

Die Nester werden im Frühjahr von den überwinterten befruchteten ♀♀ als kleine graue Hohlkugeln von Walnußgröße an den Balken von Gartenhäusern, unter dem Dach, in Scheunen, hohlen Bäumen, oder auch

unterirdisch in Erdhöhlen usw. angelegt. Die erste Wabe umfaßt nur 10—12 Zellen. Die Vergrößerung der Waben bzw. Vermehrung der Zellen und die Erweiterung der Mantelhülle schreitet entsprechend der Vermehrung des Nachwuchses mehr oder weniger schnell vorwärts. Die Larven, die etwa nach 8 Tagen aus dem Ei schlüpfen, werden bei guter Fütterung in $2^1/_2$—3 Wochen reif zur Verpuppung, worauf die Zellen mit einem Deckel geschlossen werden; nach weiterer 8tägiger Puppenruhe schlüpft die fertige Wespe aus dem zernagten Zelldeckel hervor, um in wenigen Tagen ihren ersten Ausflug zu machen.

Übersicht über die bei uns vorkommenden Vespa-Arten (Weibchen und Arbeiter)

1 Kopf hinter den Augen nach hinten stark erweitert, so daß die Nebenaugen viel weiter vom Hinterrand des Kopfes entfernt sind als vom Augenrand. Grundfarbe des Thorax braunrot, auch erster Hinterleibsring braun (Abb. 487). Größte Art, bis zu 35 mm. Nest gelbbraun, oft in Baumhöhlen; auch unter Dächern von Scheunen usw. . . . . V. crabro L., Hornisse

— Kopf hinter den Augen nicht oder nur wenig nach hinten erweitert, Nebenaugen dem Hinterrand des Kopfes näher als dem Augenrand 2

2 Thorax mit braunroter, Hinterleib mit braungelber Zeichnung (Abb. 488 a). Zweitgrößte Art (20—25 mm). (Man hüte sich, das ♀ dieser Art mit einer Hornissenarbeiterin zu verwechseln.) Nest freihängend an Baumzweigen (Abb. 486) . . . . V. media Deg. ♀

— Thorax stets mit gelbem Schrägstreifen von der Flügelwurzel nach vorne . 3

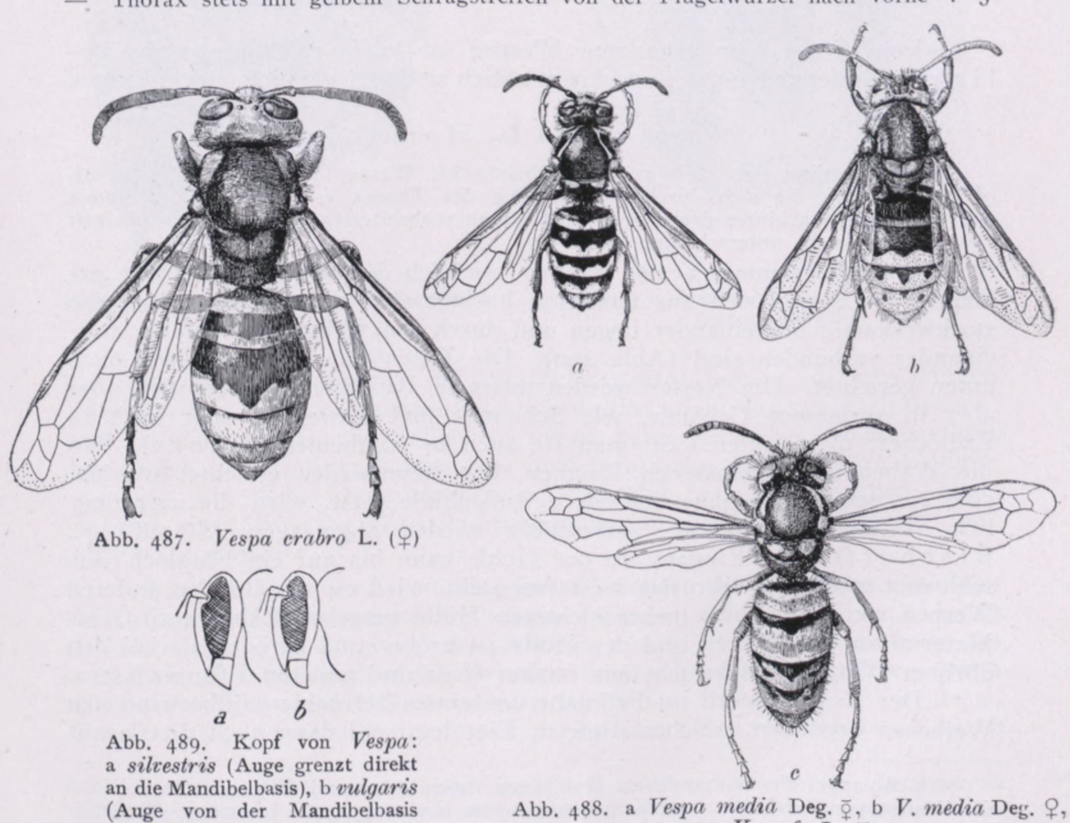


Abb. 487. *Vespa crabro* L. (♀)

Abb. 488. a *Vespa media* Deg. ☿, b *V. media* Deg. ♀, c *V. rufa* L. ☿

Abb. 489. Kopf von *Vespa*: a *silvestris* (Auge grenzt direkt an die Mandibelbasis), b *vulgaris* (Auge von der Mandibelbasis entfernt). Nach Hedicke

3 Eine schmale gelbe Querlinie vorn am Thorax bildet auf jeder Seite einen spitzen Winkel mit den gelben Schrägstreifen. Einbuchtung des Auges ganz gelb. V. media ♂ u. ☿
— Thorax vorn stets ohne gelbe Querlinie, ohne spitzwinkeliges Zeichen, nur mit gelben Schrägstreifen 4
4 Zwischen Auge und Kiefer ein deutlicher Zwischenraum (Abb. 489 b). Einbuchtung des Auges nur unten gelb. 1. Fühlerglied unten gelb 5
— Auge grenzt unmittelbar an die Kieferbasis (Abb. 489 a). 1. Fühlerglied unten schwarz 7
5 2. Hinterleibsring rot; bis 17 mm . . . . V. saxonica norvegica
— 2. Hinterleibsring nicht rot 6
6 Clypeus (Kopfschild) bei ♀ und Arbeitern mit schwarzem Längsfleck; bis 15 mm. Nest klein, grau, oft in Häusern, unter Dachfirsten usw. V. saxonica F.
— Clypeus ganz gelb oder mit winzigen Pünktchen; bis 20 mm. Nest meist oberirdisch an Balken usw. . . . . V. silvestris Scop., Waldwespe
7 Einbuchtung der Augen ganz gelb 8
— Einbuchtung der Augen nur unten gelb. Hinterleib vorn mehr oder weniger rot; bis 20 mm. Unterirdische, mehr flache Nester, gewöhnlich mit nur 3 mächtigen Waben . . . . V. rufa L.
8 Clypeus mit schwarzem Längsstrich. Augenrand hinten zum Teil schwarz; bis 19 mm. Erdnester oft an Waldrändern . . . . . V. vulgaris L., Erdwespe
— Clypeus ganz gelb oder mit winzigen Pünktchen. Längsstrich vor der Flügelwurzel meist verdickt. Augenrand hinten ganz gelb, bis 20 mm. Erdnester von oft riesigem Umfang, besonders an Wegrändern im freien Feld. V. germanica F., Dachwespe

Von diesen hier genannten Wespen ist in forstwirtschaftlicher Beziehung nur eine Art wirklich wichtig, nämlich die Hornisse.

Vespa crabro L., Hornisse

Die Hornisse ist die größte einheimische Wespe (♀ 26—35, ☿ 19—23, ♂ 21—23 mm), die sich durch die Färbung des Thorax (schwarz und rotbraun) und vor allem den hinter den Augen nach hinten verbreiterten Kopf von den übrigen *Vespa*-Arten leicht unterscheiden läßt.

Die gelbbraunen Nester können reichlich Kopfgröße und mehr erlangen und setzen sich aus mehreren horizontalen Waben zusammen, die stockwerkartig übereinander liegen und durch senkrechte Strebepfeiler miteinander verbunden sind (Abb. 490). Die Zellenöffnungen sind stets nach unten gerichtet. Die Nester werden meist in Baumhöhlen eingebaut, oder aber in verlassene Gebäude, wie Scheunen und bisweilen sogar auch in Erdlöcher; nicht selten sieht man sie auch in Nisthöhlen (Henze). Wo die Waben in geschlossenen Räumen, wie Baumhöhlen errichtet werden, sind sie gewöhnlich ohne besondere Außenhülle, bzw. wird die ursprünglich vorhanden gewesene Außenhülle wieder abgetragen (Stadler, Bischoff). Der Eingang zu der Höhle kann bis auf ein Flugloch verschlossen werden [1]). Wo das Nest frei steht, wird es, wie bei den anderen Wespen stets von einer mehrschichtigen Hülle umgeben (Abb. 490). Das Material zu den Waben und der Hülle ist gröber und spröder als bei den übrigen Wespen und besteht aus faulem Holz und anderen Pflanzenfasern.

Der Nestbau wird im Frühjahr von einem befruchteten überwinterten Weibchen begonnen, welches zugleich Eier legt und dann auch die daraus

[1]) Solange die vorhandenen Hohlräume noch genügend Platz bieten, bleiben die Waben von der Hülle umgeben, wie das von Henze (1936) in seinem Kontrollbuch (S. 47) abgebildete Hornissennest in einem Nistkasten zeigt.

entstehenden Larven mit zerkauten Insekten füttert. Bald wird es in dieser Arbeit unterstützt von seinen ersten Nachkommen, kleinen unbefruchtet bleibenden ♀♀ oder „Arbeitern". Im Hochsommer, wenn es Nahrung im Überfluß gibt, entstehen größere ♀♀, die unbefruchtete Eier legen. Diese ergeben dann die ♂♂. (Man kann die ♂♂, die besonders im Nachsommer



Abb. 490. Nest von *Vespa crabro* L. (Hornisse), auf der einen Seite geöffnet, um die Waben zu zeigen



Abb. 491. Hornissennest ohne äußere Umhüllung in einem Nistkasten. (Zoologisches Institut München)

auftreten, an dem Fehlen des Stachelapparates, sowie an den langen 13gliederigen Fühlern erkennen.) Im Spätherbst stirbt das ganze Hornissenvolk allmählich aus, die Zellen, in denen keine neue Nachkommenschaft heranwächst, zerfallen, und nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl größerer ♀♀, die beim Umherschwärmen von ♂♂ befruchtet werden, überwintern und liefern die neuen Hornissenköniginnen für das kommende Jahr (Heymons).

Forstlich bedeutungsvoll werden die Hornissen vor allem durch ihre Gewohnheit, Stämmchen jüngerer (3—20jähriger) Pflanzen oder jüngere Zweige älterer Pflanzen zu schälen[1]. In erster Linie werden davon Eschen betroffen, dann Erlen (Weiß- und Schwarzerlen), Birken, Linden, Weiden, Pappeln, Syringen, ferner auch Eichen, Roßkastanien

[1] Übrigens scheinen bisweilen auch andere Wespen am Schälen beteiligt zu sein. Nach Stolfa (1933) wurde in der Provinz Venetia die Rinde junger Lärchen von einer kleinen *Vespa*-Art so verletzt, daß teilweises Absterben erfolgte.

und Lärchen (Altum, Ratzeburg)[1]. Die Schälwunden sind sehr verschieden, mitunter klein und nicht bis auf den Splint gehend, meist aber lang (bis 50 cm und länger) und oft auch die ganze Peripherie des Zweiges umgreifend, mitunter auch spiralig verlaufend (Ratzeburg). Am frischen Fraß kann man an den Wundrändern noch die Bastfasern, welche wie Fransen stehen geblieben sind, erkennen (Abb. 492).



Abb. 492. Durch Hornissen (*Vespa crabro* L.) verursachte Schälwunden an Erle und Esche, teils ältere mit Überwallungsrändern, teils jüngere

Die Hornissen sind beim Schälen sehr lebhaft und so emsig, daß man sie dabei leicht fangen kann; sie nagen sowohl nach unten als auch nach oben, und zwar an verschiedenen Stellen zu gleicher Zeit (Ratzeburg). Die Hauptschälzeit scheint in die Monate August bis Oktober zu fallen; „vor dem Juni, ja meistens nicht vor Juli, hat noch niemand Hornissen an den Bäumen gesehen" (Ratzeburg, W. II. S. 279).

[1]) In Nordamerika, wohin die Hornisse anfangs des Jahrhunderts verschleppt wurde, wird sie namentlich in Baumschulen schädlich (Reh 1932, S. 416).

Diese Tatsache ist für die Beurteilung des Zweckes des Rindenschälens sehr wesentlich und spricht gegen die allgemein verbreitete Anschauung, daß das geschälte Rindenmaterial zum Nestbau verwendet wird. Sie gibt vielmehr der Meinung Reaumurs recht, wonach die Rinde von den Hornissen des Saftes wegen angegriffen werde, der an verschiedenen Stellen immer hell und süß hervortrete und eine sehr beliebte Nahrung für die Hornissen darstelle. Ratzeburg schließt sich der Auffassung voll und ganz an, zumal bei der mikroskopischen Untersuchung der Nestwände keine Rindensubstanzteile gefunden werden konnten, dagegen Holzzellen der Nadelhölzer.

Die Erkennung (etwa Mäusefraß gegenüber) macht bei frischem Fraß keine Schwierigkeiten. „Aus den deutlich sichtbaren Nagespuren erkennt man, daß der Täter mit einem seitlich wirkenden Zangeninstrument gearbeitet hat. Hier ist folglich nur an ein beißendes Insekt und nicht an ein Säugetier, etwa Eichhörnchen, Haselmaus, Siebenschläfer, Maus zu denken. Auch die außerordentliche Feinheit des Nagedessins läßt gänzlich von diesen Nagetieren absehen und weist nur auf die Hornisse. Bei etwas älterem Fraß läßt sich jenes Dessin nicht mehr sehen. Die feinen auf dem Splint zurückgebliebenen Bastteilchen, welche in Querreihen standen, sind längst vertrocknet und entfernt. Hier entscheidet ebenso sicher die Gestalt der entrindeten Stellen" (Altum).

Die Folgen der Hornissenschälung hängen von dem Umfang und dem Sitz der Schälwunden ab. Befinden sich die letzteren an Seitenzweigen, so ist der Schaden weit weniger schlimm, als wenn die Schälung (was sehr häufig der Fall ist) den Kronenast betrifft, besonders wenn sie ringsherum reicht. In diesem Fall stirbt der über der Schälstelle liegende Teil ab, was dann meist Verzweigungsfehler wie vor allem Zwieselbildung zur Folge hat. Oft aber scheinen die Folgen noch schlimmerer Natur zu sein. So berichtet Knauth (1894), daß eine Anzahl durch Hornissenschälung geschädigter Birken aus einem Park entfernt werden mußten; auch Altum spricht von einem „wahrhaft ruinösen Auftreten" der Hornissenschälung an Birken, und Dvorzhetzkii (1931) berichtet von „bemerkenswertem Schaden" an 3—5jährigen Birken (Absterben der Zweige im auf die Schälung folgenden Jahr).

„Doch auch, wenn die Schälwunden den Stamm oder den Zweig nicht umgreifen, so werden durch sie häßliche nur langsam überwallende Wunden gebildet, welche allerhand anderen Schädlingen Zutritt gewähren und schließlich als faule Stellen den erwachsenen Stamm oder Ast schänden. Bei Erle wird häufig Wipfelbruch die Folge von Hornissenbeschädigung sein."

Eine weitere Bedeutung in forstlicher Hinsicht, allerdings mehr indirekter Art, kommt der Hornisse durch die Beschlagnahme der ausgehängten Nistkästen für ihren Nestbau zu. Nicht selten ist der ganze Nistkasten vom Hornissennest ausgefüllt, so daß derselbe für den eigentlichen Zweck unbrauchbar gemacht wird[1]) (Henze 1936) (Abb. 491).

Zu diesen Schäden durch Schälen und Nistkastenverbau kommt noch die Jagd auf Honigbienen, die recht beträchtliche Dimensionen annehmen kann, und endlich die direkte Schädigung des

---

[1]) Übrigens werden die Nistkästen nicht nur von den Hornissen, sondern auch von den kleinen Wespen nicht selten zum Nestbau benützt.

Menschen durch den sehr schmerzhaften und nicht immer unbedenklichen Stich der Hornisse.

So besteht genügend Grund, die Hornissen nach Möglichkeit zu bekämpfen: am besten durch Zerstörung der Nester. Zum Auffinden der Nester mag die Richtung der anfliegenden Wespen dienen. Die Zerstörung geschieht am vorteilhaftesten bei Nacht oder in den frühen Morgenstunden oder wenigstens an kalten Tagen, an denen die Hornissen mehr oder weniger erstarrt sind und weniger gefährlich werden. Freihängende Nester können mit einer Fackel verbrannt werden, während Hornissengesellschaften in Baumhöhlen mit Schwefeldämpfen und solche in Erdhöhlen eventuell durch Eingießen von Schwefelkohlenstoff (stark feuergefährlich!) und Zutreten der Eingangsöffnung abgetötet werden können. Von Hornissen besetzte Nistkästen sind auszuräuchern und gründlich zu reinigen, so daß sie im nächsten Jahr wieder von Höhlenbrütern bezogen werden können.

Das weiterhin in der Literatur empfohlene Wegfangen der Wespen durch Aufhängen von Flaschen, die mit Süßigkeiten gefüllt sind, stellt ein wenig wirksames Bekämpfungsmittel dar. Im Weinbau hat es sich als unzureichend erwiesen (Stellwaag).

Literatur

über Vespidae

Berland, L., 1928, Hymenoptères vespiformes. II. *Eumenidae, Vespidae, Masaridae* usw. In: Faune de France. Vol. XIX.

Dvorzhetzkii, P., 1931, A few Words on the Hornet. Nachr. forst. Inst. Kasan (Russisch). Ref. in Rev. appl. Ent. *19* (1931), 594.

Feytaud, J., 1927, Les guêpes. Bull. Soc. Zool agr. *26*, 129—137, 145—153.

Friese, H., 1926, Die Bienen, Wespen, Grab- und Goldwespen. Die Insekten Mitteleuropas. Stuttgart.

Henze, Otto, 1936, Kontrollbuch für Vogelkästen. Berlin.

Janet, Ch., 1895, Sur *Vespa crabro* L. Histoire d'un nid depuis son origine. Mém. Soc. zool. France *8*, 1—140.

— — 1903, Observations sur les Guêpes. Paris.

Knauth, 1894, Beschädigungen an Birken durch Hornissen *(Vespa crabro)*. Forstl.-naturw. Ztschr. *3*, 27—33, Taf. 1.

Schenk, H., 1861, Die deutschen Vesparien. Jahrb. Ver. Naturkd. Herzogtum Nassau. Heft 16, 1—134.

Schulthess-Rechberg, A. von, Fauna Hymenopterorum Helvetiae. Diploptera.

— — 1926, Atypische Wespennester. Verh. 3. Intern. Entom.-Kongr.

Stadler, H., 1924, Einiges über Wespenbauten. Verh. dtsch. zool. Ges. *29*, 78—81.

Stolfa, E., 1933, Danni prodotti da *Vespa* in un rimboschimenta a Formo di Zolda (Belluno). „Alpe" *20*, No. 4, 144—145.

10. Familie Apidae (Anthophila) Blumenwespen oder Bienen [1])

Die Bienen sind mittelgroße bis große, oft behaarte, einsam lebende oder Staaten bildende, monotroche Hymenopteren mit beim Männchen 13-, beim Weibchen

---

[1]) Als wichtigste zusammenfassende Literatur über die Familie der Apiden sei hier angeführt: Buttel-Reepen, H. v., Stammesgeschichtliche Entwicklung des Bienenstaates. Leipzig 1903. — Ders., Leben und Weben der Bienen. Braunschweig 1906. — Friese, H., Beitrag zur Biologie der Blumenwespen. Zool. Jahrb. Sept. 1892. — Friese, H., Bienen Europas. 1—6. Berlin 1894—1901. — Friese, H., Die Bienen, Wespen, Grab- und Goldwespen. D. Insekt. Mitteleuropas Bd. I, 1926. — Friese, K., und Wagner, F. v., Zoologische Studien

12gliedrigen Fühlern, nicht faltbaren Vorderflügeln, meist abgeplatteten und wenigstens an der Innenseite behaarten Schienen und Fersen der Hinterbeine, sowie äußerst kurz gestieltem, beim Männchen 7-, beim Weibchen 6gliedrigem Hinterleibe, der einen mit einer Giftblase versehenen Wehrstachel trägt.

Ihre fußlosen Larven mit deutlichem Kopfe ernähren sich mit Ausnahme einiger weniger Einmieter, die in Nestern anderer Hymenopteren leben, von durch die Weibchen eingetragenem Blütenstaub und Honig in eigens zu dieser Brutpflege gebauten Wohnungen.

Die forstliche Bedeutung der Blumenbienen, deren Rolle im Haushalt der Natur hauptsächlich in der Pollenübertragung der auf Fremdbefruchtung angewiesenen Blütenpflanzen besteht, ist sehr gering, da die wichtigsten Holzarten meist Windblütler sind. Nur der Honigbiene kommt in der Nebennutzung des Waldes eine nicht unbeträchtliche Bedeutung zu.

Der wesentliche Charakter der Gruppe ist ein biologischer: die Lebensweise der auf Blumennahrung angewiesenen Larven. Dieser Zug hat auf das tiefste auch den morphologischen Bau der Imagines dieser Familie beeinflußt, die in ihren einfachsten Formen, z. B. *Prosopis* Fabr., sich noch eng den Grabwespen anschließen. Von den Mundwerkzeugen dienen die großen Vorderkieferzangen wesentlich zum Bau der Wohnungen; sie haben mit der Nahrungsgewinnung nur wenig zu tun. Mittel- und Hinterkiefer sind zur Aufnahme von Flüssigkeiten umgebildet: sie zeigen alle möglichen Übergänge von den einfach zum Auflecken der Blütensäfte dienenden Mundwerkzeugen bis zu jenen hochentwickelten und gestreckten, zum wirklichen Honigsaugen dienenden Rüsseln, wie wir sie bei den Hummeln, Honigbienen und anderen finden (s. Bd. I, S. 21, Abb. 22).

Des weiteren sind besonders charakteristisch die Einrichtungen zum Sammeln für Pollen. Dieselben befinden sich entweder an den Beinen oder aber auf der Unterseite des Hinterleibs. Im ersteren Fall spricht man von Beinsammlern, im letzteren von Bauchsammlern.

Weitaus die Mehrzahl der Bienen gehört zu den **Beinsammlern.** Der einfachste Sammelapparat wird durch eine starke Behaarung der ganzen Hinterbeine von der Hüfte bis zur Ferse herab gebildet. Auch auf den Metathorax greifen die Sammelhaare noch über, z. B. bei *Andrena* Fabr. Zwischen diesen Haaren häuft sich nun beim Herumkriechen in den Blüten zum Zweck der Honiggewinnung ohne weiteres der Pollen an. Diese Formen werden Schenkelsammler genannt.

Bei anderen beschränkt sich die Bekleidung mit Sammelhaaren auf Schiene und Ferse, d. h. auf diejenigen Teile, aus denen in den Wabenzellen der Pollen am leichtesten wieder entfernt werden kann, z. B. bei *Anthophora* Latr.; die Sammelhaare können eine ganz mächtige Länge erreichen, wodurch die Sammler zur Aufnahme sehr bedeutender Pollenmengen befähigt werden, z. B. *Dasypoda* Latr. (Abb. 493 b). Diese Formen können Schienensammler genannt werden, oder eigentlich Schienenfersensammler.

Zu der größten Sammelleistung sind aber die Körbchensammler befähigt, d. h. die ♀♀ der Gattungen *Apis* L. und *Bombus* L., welche den mit Honig durchtränkten Pollen in Klümpchen, den sogenannten „Höschen", unter Mithilfe der Vorder- und Mittelbeine, in einer glatten, von starren, gekrümmten Haaren umstellten, auf der Außenseite der Hinterschienen angebrachten Aushöhlung, „Körbchen"

an Hummeln. Zool. Jahrb. Sept. 1909 u. 1912. — Frisch, K. v., Das Leben der Bienen. Berlin. — Hoffer, E., Hummeln Steiermarks. Jahresber. Land-Oberrealschule Graz 1882. — Schenck, A., Die nassauischen Bienen. Jahrb. Ver. Nassau 1859. — Schmiedeknecht, O., Apidae Europae. Berlin 1882—1886. — Die Literatur über die Honigbiene siehe unten S. 501.

genannt, ansammeln und so nach Hause tragen. Außerdem ist die verbreiterte Ferse der Hinterbeine bei ihnen an der Innenseite mit steifen Borsten besetzt, mit denen sie die zwischen den Bauchringen abgesonderten Wachsplättchen abheben (Abb. 493 c).

Bei den **Bauchsammlern** ist die Unterseite des Abdomens mit reihenweise gestellten, zum Abkehren und Festhalten des Pollens geeigneten Haaren besetzt, z. B. bei *Megachile* Latr. und *Chalicodoma* Lep.

Es gibt aber auch Blumenwespen, welche gar keinen Sammelapparat haben und dabei auch keinerlei Brutpflege üben, da sie ihre Eier in die Wohnungen anderer Bienen legen und ihre Larven auf Kosten der Brut dieser letzteren sich ernähren lassen, die sogenannten **Schmarotzerbienen** (Kuckucksbienen).

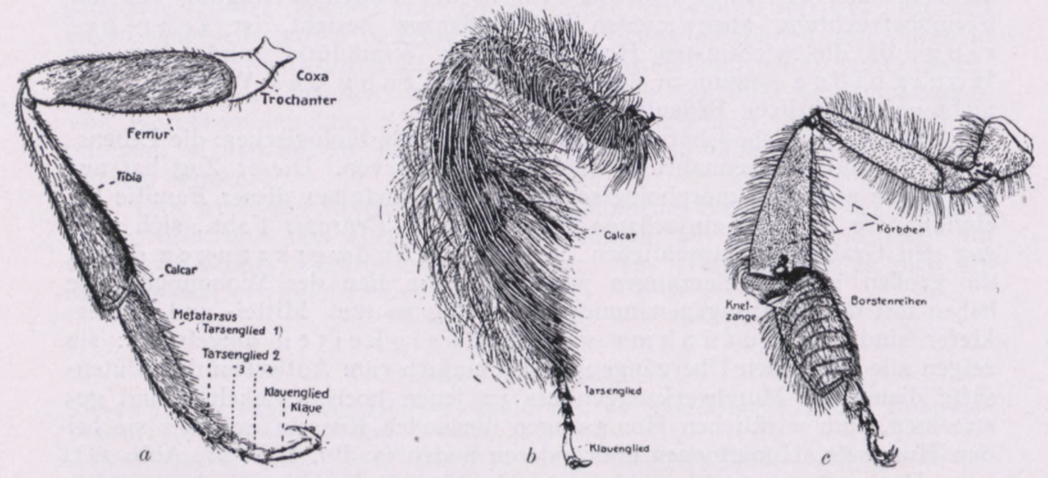


Abb. 493. Hinterbeine verschiedener Bienen. a *Prosopis bipunctata* F. (Urbiene), sammelt kaum mit den Beinen, letztere daher ohne besonderen Sammelapparat. b *Dasypoda plumipes* Pz. mit mächtiger Beinbürste. c *Apis mellifica* L. mit Körbchen zum Pollensammeln. Nach Friese

Nach der Lebensform können wir **einsame** oder **solitäre,** und **gesellige** oder **soziale Bienen** unterscheiden.

Bei den solitären Bienen baut das ♀ allein alle zur Unterbringung ihrer Brut erforderlichen Zellen selbst und versorgt auch die Larven ganz allein mit Nahrung. Die Zellen werden entweder in Höhlungen des Erdbodens, in alten Mauern oder Holzstücken und Pflanzenstengeln angelegt und mit verschiedenen, durch Speichel zusammengeleimten Materialien, z. B. Blättern usw. ausgekleidet, oder aus Erde und anderen Stoffen äußerlich an fremde Gegenstände angebaut.

Die sozialen Bienen zeichnen sich dadurch aus, daß bei ihnen regelmäßig ein Dimorphismus der ♀♀ eintritt. Bei den Hummeln, der Gattung *Bombus* L., ist dieser Dimorphismus genau dem bei den Faltenwespen vorkommenden gleich: es gibt große und kleine ♀♀, von denen auch die letzteren völlig ausgebildete Geschlechtsorgane besitzen und sich regelmäßig am Eierlegen beteiligen. Bei der Honigbiene treten außer dem völlig entwickelten, in jedem Stock nur in der Einzahl vorkommenden Weibchen, Königin oder Weisel genannt, sehr zahlreiche kleinere Weibchen mit wenig Eiröhren und verkümmerter Samenblase auf, die Arbeiter. Die Königin widmet sich ausschließlich dem Geschäft des Eierlegens, während den Arbeitern alle übrigen Arbeiten, wie Bau und Erhaltung des Stockes, Sammeln von Pollen und Honig sowie die Brutpflege, zufallen. Legen die Arbeiter ausnahmsweise einmal Eier, so bleiben diese unbefruchtet und entwickeln sich ausschließlich zu ♂♂ (Afterdrohnen). Die regelmäßig im Sommer auftretenden ♂♂ (Drohnen) entstehen aber aus von der Königin abgelegten, nicht befruchteten Eiern.

Die Zahl der Bienen ist eine sehr große. Friese (1926) schätzt die Zahl der auf der Erde vorkommenden Bienenarten auf rund 20 000,

die sich auf etwa 100 Gattungen verteilen dürften. Auf Deutschland entfallen rund 450 Arten.

Im folgenden seien einige der häufigeren Gattungen und Arten kurz angeführt.

A. Solitäre Bienen

1. Urbienen

Gattung **Prosopis F.**, Maskenbiene

Kleine, schwarze, meist und zwar besonders häufig auf dem Gesicht mit weißen Zeichnungen (daher der Name Maskenbienen) versehene Arten, welche keine Sammelapparate haben (s. Abb. 493 a), aber doch nicht parasitisch sind, sondern den Futterbrei für die Larven aus der selbst genossenen Nahrung durch Wiederausspeien gewinnen. Fliegen zu den verschiedensten Blüten. Nest in Pfosten, dürren Brombeerstengeln, Lehmmauern usw. Die häufigste Art ist *Pr. annulata* L.



Abb. 494. Lehmwabe von *Halictus quadricinctus*. Etwas vergr. Nach v. Buttel-Reepen (aus Brehms Tierleben)

2. Beinsammler

Gattung **Andrena Pz.** Sand- oder Erdbiene.

Die artenreichste Bienengattung in Europa (mit rund 200 Arten, davon 80 in Deutschland). „Die ganze Außenseite der Hinterbeine bis zum Ende der Ferse ist beim ♀ mit dichten Sammelhaaren besetzt; die Hüfte besitzt einige deutliche Haarflocken, und die Fersen tragen immer eine förmliche Haarbürste, so daß die ♀♀ an allen diesen Teilen dicht mit Blütenstaub bedeckt heimkehren. Beim ♂, das nicht einsammelt, fällt die Behaarung der Hinterbeine viel sparsamer aus“ (Friese).

Die Andrenen sind die ersten im Jahr erscheinenden Bienen. Die Nester werden mit Vorliebe in sandig-lehmigen Boden angelegt als traubenähnlich verzweigte Röhren. Zu den häufigsten Arten gehören *Andrena albicans* Müll. (mit rotfilzigem Thorax und schwarzem, kahlem Abdomen mit rotgelber Endfranse) und *Andrena cineraria* L. (große Art mit stahlblauem, kahlem Abdomen), beide im April-Mai an *Salix*, später an *Taraxacum* u. a.

Gattung **Halictus Latr.**, Furchen- oder Schmalbiene

Ebenfalls eine sehr artenreiche Gattung (in Deutschland rund 40 Arten). Das ♀ zeigt eine glatte Längsfurche auf dem fünften Rückensegment und ist daran unter allen Bienen der Erde sofort zu erkennen, während das ♂ durch seine schmale langgestreckte Gestalt und den am Vorderrand schmal weißgefärbten Clypeus sich auszeichnet. Neben einfachem Nestbau (Traubenbau wie bei



Abb. 495. *Xylocopa violacea* L., Holzbiene

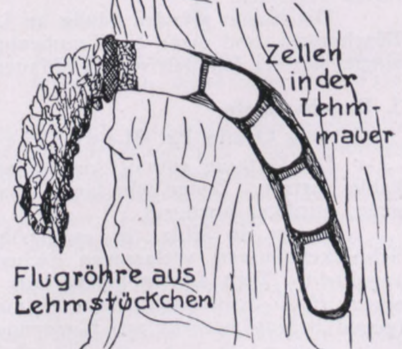


Abb. 496. Nest von *Anthophora parietina* F. (schematisch) in einer Lehmwand, mit Vorbau. Nach Friese

Andrena) in der Erde, in Lehmwänden usw. finden wir aber auch wabenartige, aufrechtstehende Zellenkomplexe in Lehmwänden, wie sie unsere größte *Halictus*-Art, *H. quadricinctus* F. baut (Abb. 494).

Gattung **Xylocopa Ltr.,** Holzbiene

Die Xylocopen fallen durch ihre Größe und ihr hummelartiges Aussehen bei schön stahlblaugefärbten Flügeln auf, ferner durch den enorm langen Metatarsus, der Tibienlänge erreicht, nicht abgeplattet und ringsum gleichmäßig behaart ist. Die Gattung ist hauptsächlich in den Tropen beheimatet (dort existieren etwa 300 Arten); bei uns kommen nur wenige Arten vor und auch sie sind hauptsächlich auf wärmere Gegenden beschränkt (Rheintal, Maintal usw.). Sie nisten in trockenem Holz (Pfosten, Latten, morschen Bäumen und Ästen), worin sie lange röhrenförmige Gänge ausnagen, die zur Aufnahme ihrer länglichen, in einer Reihe hintereinanderliegenden Nestzellen dienen. Die bekannteste Art ist *Xylocopa violacea* L., eine durch ihre Größe und blau schimmernden Flügel sehr auffallende Biene (Abb. 495).



Abb. 497. Nest von *Osmia bicolor* Schrk.; das eigentliche Nest befindet sich in einem Schneckengehäuse. Dasselbe ist mit einem Schutzbau von Kiefernnadeln (vermutlich Schutz gegen Schlupfwespen) umgeben (1/2). Aus Friese

Gattung **Anthophora Ltr.,** Pelzbiene

Durch ihre gedrungene Gestalt und die dichte pelzige Körperbehaarung zu den Hummeln überleitend, denen sie auch an Rüssellänge keineswegs nachstehen. Ihrem Sammelapparat nach sind sie ausgesprochene Schienensammler, die aber noch trockenen Pollen eintragen. Meist im Süden, doch auch bei uns in nicht wenigen Arten vertreten.

Die Nester werden häufig an Lehmwänden angelegt, bisweilen auch an grasigen Böschungen, und zwar als Traubenbauten oder als Linienbauten (Abb. 496), oft mit einem Vorbau (ähnlich wie bei Mauerwespen, *Odynerus*, s. S. 483).

3. Bauchsammler

Gattung **Osmia Pz.** Mauerbiene

Die Gattung enthält sowohl langbehaarte als auch ganz schwach behaarte fast kahle Formen. Zunge sehr lang, Maxillen säbelartig. Körper oft metallisch blau oder grün, mitunter auch rot.

Nester in Holz, in ausgehöhlten Stengeln, in Ton, Sand, oder in leeren Schneckenhäusern, verlassenen Eichengallen, oder auch frei an Steinen und Mauern angeklebt. Teils Linienbauten, teils Haufenbauten. *Osmia bicolor* Schrk. nistet in einem *Helix*-Schneckengehäuse (Linienbau), das mit großem kunstvollem Schutzbau (gegen Schlupfwespen) aus Kiefernnadeln umgeben wird (Abb. 497).

Gattung **Megachile Ltr.,** Blattschneiderbiene

Eine ungeheuer artenreiche Gattung mit fast 1000 Arten, von denen 140 der paläarktischen Fauna angehören und nur 14 in Deutschland gefunden werden. —

Körper immer schwarz, Segmentränder meist mit Fransenbinden. Abdomen eigenartig flach gedrückt, so daß seine Spitze fast in einer Ebene mit der Oberfläche liegt, ♀ sticht nach oben.

Der Name „Blattschneiderbiene" rührt aber daher, daß die *Megachile*-Arten aus den Blättern der verschiedensten Pflanzen, bei uns meist Rosen, Pappeln, Syringen, ovale oder runde Stücke ausschneiden, mit denen sie fingerhutförmige, zu einer walzigen Röhre vereinigte Zellen, jede mit einem runden Deckel geschlossen, erbauen. „Die Stücke werden so aneinandergefügt, daß sie fest zusammenhalten und wie zusammengeleimt aussehen." Das Blattschneiden kann einen solchen Umfang annehmen, daß kein Blatt verschont bleibt und von vielen Blättern oft nur noch geringe Reste übrig bleiben. So können die Blattschneiderbienen mitunter recht schädlich werden. Unsere häufigste Art ist *Meg. centuncularis* L. (etwa 10—12 mm lang, schwarz, gelbbraun behaart, ♀ auf der Unterseite des Hinterleibs mit einer schönen rotbraunen Sammelbürste). Sie sucht Rosenbüsche auf, deren Blattwerk oft stark beschädigt wird (Abb. 499). *Meg. circumcinctus* K. schneidet Birkenblätter, *Meg. analis* Nyl. Birken- und Eichenblätter, *Meg. maritima* K. Syringenblätter (Abb. 498).

Abb. 498. Von *Megachile* zerschnittene Blätter eines Fliederzweiges. Nach Sajo aus Friese



Abb. 499. Rosenblätter von *Megachile centuncularis* L. zerschnitten. Nach Friese

Zu den Bauchsammlern gehört außerdem die mit *Megachile* nah verwandte Gattung **Chalicodoma** (Mörtelbiene), die bei uns nur in wenigen Arten vertreten ist. Die Mörtelbienen bauen ihre Nester in Steinbrüchen, an Felswänden usw. Jedes ♀ baut mehrere (4—6) Mörtelnester mit je 6—10 Zellen, die meist aufrecht nebeneinander oder auch unregelmäßig angeordnet sein können. Das Nest von *Chalicodoma muraria* Retz. hat große Ähnlichkeit „mit an die Wand geworfenem Straßenschmutz" (Friese).

Endlich seien noch die der Gattung **Anthidium F.** zugehörigen Wollbienen genannt, die durch ihre schwarz und gelbe Zeichnung etwas an Wespen erinnern. Sie legen ihre Brutzellen in abgeschabte Pflanzenwolle (oder auch in Harz) an. *Anth. lituratum* Pz. legt das Nest in alten Eichengallen (Cynipiden-Gallen) an, worin die vorhandenen Höhlungen zu Gängen erweitert und mit Blattwolle gefüllt werden, in die die Zellen mit dem Pollen und Ei gebettet werden (Abb. 500).

4. Schmarotzerbienen

Die Schmarotzerbienen umfassen die verschiedensten Gruppen, je nachdem sie sich von den einzelnen Gattungen der Sammelbienen abgezweigt haben; so z. B. *Psithyrus* von *Bombus, Coelioxys* von *Megachile, Melecta* von *Anthophora* usw. Die ♀♀ der Schmarotzerbienen schmuggeln ihre Eier in die Zellen der verschiedenen Sammelbienen ein, und zwar in der Weise, daß sie die fast fertig vorpräparierten Zellen aufsuchen und mit je einem Ei belegen. Man findet in solchen Zellen dann 2 Eier (wie bei den Goldwespen, s. oben S. 418), das der Wirtsbiene und das des Schmarotzers. Da die Schmarotzerlarven sich schneller entwickeln, stehen ihnen in der Hauptsache die aufgespeicherten Vorräte zur Ernährung zur Verfügung.

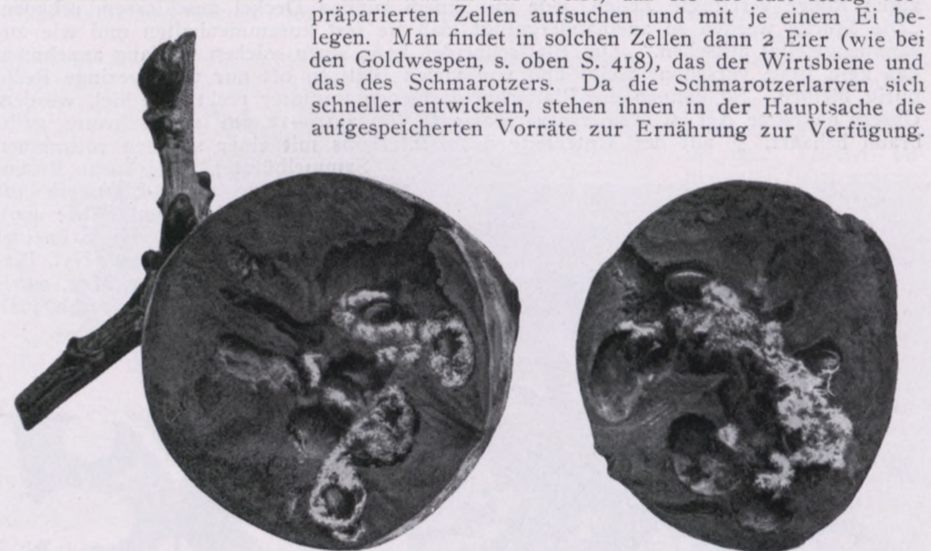


Abb. 500. Nest von *Anthidium lituratum* Pz. in einer alten Cynipiden-Galle. Die Galle ist gespalten, um die mit weißer Pflanzenwolle ausgestopften Gänge zu zeigen, in denen die einzelnen Zellen gebettet liegen. Nach Friese

Wir nennen hier von den zahlreichen Schmarotzerbienen die Gattung Nomada F. (Wespenbiene), deren wespenähnliche Arten bei *Andrena* (s. oben S. 495) schmarotzen. Ferner die Gattung Melecta Ltr. (Trauerbiene), deren Arten durch die dichte und abstehende Behaarung und das mit schönen weißhaarigen Flecken gezierte Abdomen auffallen; schmarotzen bei *Anthophora* (s. oben S. 496). Des weiteren die Gattung Coelioxys (Kegelbiene), leicht kenntlich an dem kegelförmig zugespitzten Abdomen des ♀; die Arten schmarotzen bei *Megachile* und *Anthophora*. Und endlich die Gattung Psithyrus Lep. (Schmarotzerhummeln), deren Arten den echten Hummeln täuschend ähnlich sehen, doch an dem Fehlen eines Sammelapparates bei den ♀♀ ohne weiteres zu erkennen sind; alle Arten (in Europa etwa 12 Arten) schmarotzen bei den verschiedenen Hummelarten.

B. Soziale Bienen

Gattung **Bombus Ltr.**, Hummel

Die Hummeln fallen durch ihre Größe und den dicht pelzig behaarten Körper auf. Infolge des sozialen Lebens ist schärfere Arbeitsteilung eingetreten. Wir finden Weibchen, Männchen und Arbeiter. Weibchen und Arbeiter sind mit Körbchen und Fersenhenkel versehen zum Abnehmen der Wachsplättchen, die sowohl dorsal wie ventral ausgeschwitzt werden.

Im ersten Frühling erscheinen die überwinterten ♀♀, um die Nestanlage zu schaffen, die nach vielem Suchen in der Erde (Mäuselöcher, unter Baumwurzeln) oder oberirdisch (in Vertiefungen, an Büschen, in verlassenen Nestern von Vögeln und

Eichhörnchen oder in Kästen, Schiebladen) angelegt werden. Zuerst wird nach Säuberung der Fläche eine große, aufrechte Wachszelle gebaut, die als Tönnchen von meist Haselnußgröße den gesammelten Nektar aufnimmt und als Reservevorrat bei eintretendem schlechtem Wetter dient (April, Mai). Am Boden dieser Zelle wird dann der eingesammelte Pollenvorrat aufgespeichert und genügend mit Nektar angefeuchtet, um ersteren fest aneinander zu ballen. An diesen Pollenklumpen werden die Eier gelegt, meist in Klumpen von drei bis fünf, ja bis zu sieben Stück. Bei der einen Zelle bleibt es aber nicht; denn neben der ersten werden bald neue erbaut und in gleicher Weise mit Pollen und Eiern versorgt (Abb. 502). Nach wenigen Tagen sprengen die fußlosen Lärvchen die Eihaut und beginnen gierig den Pollenbrei, der immer wieder von dem ♀ ergänzt wird, zu fressen, um nach zwei bis drei Wochen in das Puppenstadium überzugehen. Zu diesem Zwecke spinnt die reife Larve sich selbst in der ausgefressenen Höhlung des Pollenvorrates einen festen, undurchsichtigen Kokon, um darin die Umwandlung zu vollziehen. Nach etwa 8 Tagen erscheint dann die junge Hummel, indem sie an dem oberen Ende des Kokons mit ihren Mandibeln eine Öffnung nagt und sich durchschiebt. Nach wenigen Tagen ist im Innern des Nestes die Aushärtung des Körpers, der grauen Haare und der Flügel so weit vorgeschritten, daß sie als „ausgefärbt" die Freiheit suchen kann und ausfliegt.



Abb. 501. *Bombus terrestris* L. ($2^1/_2$ mal)

Die ersten auskriechenden Hummeln sind winzig kleine Arbeiter, die nur ein Fünftel bis ein Sechstel der späteren Größe vom Juli erreichen, offenbar eine Folge der dürftigen Nahrung, die die Mutter im April allein für alle Kinder aufbringen muß. Aber schon im Mai, infolge der reichlicheren durch die Arbeiter herangeschafften Nahrung, nimmt die Größe der Arbeiter schnell zu, um im Juli-August das Maximum zu erreichen. Im Juli kommen dann auch die Männchen dazu und im August die jungen ♀♀ (Königinnen), die durch ihre doppelte bis dreifache Größe alle übrigen Insassen weit überragen. Nach

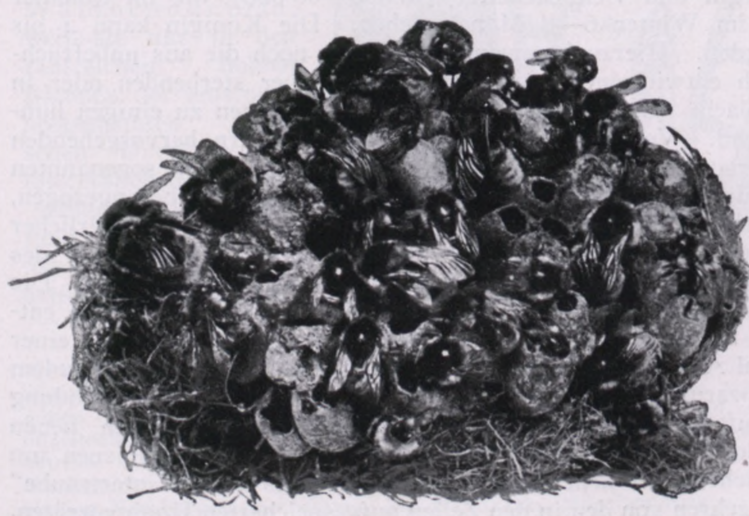


Abb. 502. Hummelnest (*Bombus subterraneus* L.), oberirdisch im Gestrüpp aus Moos und Kiefernnadeln. Auf den zahlreichen Kokons junge ♀♀ und ☿☿. Aus Friese

der Kopulation suchen die ♀♀ meist sehr bald ein passendes Winterquartier auf. Diese überwinternden ♀♀ werden nach sechs- bis siebenmonatiger Ruhe die Gründer der neuen Nestkolonie.

Die Blumenwelt, die von den Hummeln als Nahrungsquelle gewählt wird, ist äußerst mannigfaltig. Vor allem werden Labiaten, Papilionaceen und Disteln die besten Hummelblumen abgeben, hieran findet man sie wohl immer (Friese).

Am häufigsten sind: *B. terrestris* L. (Abb. 501): schwarz, After weiß, der Thorax vorn und eine breite Binde auf dem 2. Hinterleibsring gelb, 13—20 mm. *B. hortorum* Latr.: schwarz, After weiß, der Thorax hinten und erster Leibring gelb, 13—20 mm; *B. muscorum* L.: schwarz, Thorax und Basis des Hinterleibes rotgelb, letzterer größtenteils hellgelb, 9—20 mm; *B. lapidarius* L.: ♀ schwarz mit rotem After, beim ♂ sind außerdem Kopf, Vorderteil des Thorax, oft auch das Schildchen gelb, 13—20 mm.

Gattung **Apis L.**, Honigbiene[1])

„Die Honigbiene verkörpert das Endglied der Entwicklung der gesamten Bienenwelt, sowohl in morphologischer wie biologischer Hinsicht. Sie zeichnet sich von allen Bienen durch das Fehlen der beiden Calcar (Sporn) an den Hinterbeinen aus“ (Friese). Augen behaart, Nebenaugen im Dreieck gestellt. Hinterschienen außen glänzend. Man unterscheidet: Männchen (Drohnen), Weibchen (Königin) und verkümmerte Weibchen, Arbeiterinnen. Die ♂♂ sind durch die großen, auf dem Scheitel zusammenstoßenden Augen von den ♀♀ unterschieden; die Königin unterscheidet sich u. a. durch ihre Größe, einen kurzen Rüssel und das Fehlen des Sammelapparates von den Arbeiterinnen, die ihrerseits Körbchen und eine aus reihenweise gestellten Borsten auf der Innenseite der Hinterferse gebildete Bürste haben.

Das Nest, aus senkrecht gestellten, zweiseitig geordneten, sechseckigen Zellen bestehenden Wachswaben gebaut, wird stets in einem schützenden Hohlraum angelegt. In jedem Staate finden sich dauernd eine langlebige Königin und viele Arbeiter (10 000—60 000), die im Sommer 5—6 Wochen, im Winter 6—8 Monate leben. Die Königin kann 4 bis 5 Jahre alt werden. Hierzu kommen im Sommer noch die aus unbefruchteten Eiern sich entwickelnden, vor dem Winter aber sterbenden oder in der Drohnenschlacht von den Arbeitern getöteten Drohnen zu einigen hundert oder tausend. Von den aus den befruchteten Eiern hervorgehenden Larven werden einige in großen, unregelmäßigen Zellen, den sogenannten Weiselzellen, durch besonders gutes Futter zu Königinnen herangezogen, während die Arbeiterinnen in kleineren, gewöhnlichen Zellen bei spärlicher Kost aufwachsen. Die Begattung der Königin geschieht außerhalb des Stockes im Fluge. Die begattende Drohne verliert hierbei ihr Leben. Die Vermehrung der Völker geht durch das „Schwärmen“ vor sich, indem entweder die alte begattete Königin oder eine junge, unbegattete, mit einer größeren Anzahl Arbeitstieren den Stock verläßt und nach vorübergehendem Sammeln (Schwarmtraube) einen passenden Unterschlupf zur Gründung eines neuen aufsucht, oder vom Imker gefangen und in einen neuen Stock eingeschlossen wird. Im Winter ziehen sich die Arbeitsbienen um ihre Königin dicht hinter dem Ausflugloch des Stockes zur „Wintertraube“ zusammen und zehren von den in den Zellen aufgespeicherten Honigvorräten.

---

[1]) Der Abschnitt über die Honigbiene ist von E. Zander, dem gegenwärtig besten Bienenkenner, überarbeitet, wofür auch hier herzlich gedankt sei.

Die Bruttätigkeit ruht vom Oktober bis zum Februar. Der Fortbestand des Stockes hängt von der Lebensdauer der Königin ab.

Die einzige wirtschaftlich wichtige Blumenbiene ist

Apis mellifica L., die Honigbiene[1])

Sie kommt in mehreren Spielarten vor. In den gemäßigten und nördlichen Breiten herrschen einfarbig braune bis schwarze Formen vor. In den wärmeren südlichen Gegenden ist der Hinterleib in wechselndem Umfang gelb gefärbt. Die bekannteste dunkle Biene ist die deutsche (*A. mellifica* L. *var. mellifica),* die meist gezüchtete bunte *A. mellifica var. ligurica* Spin., die italienische Biene, bei welcher die Ringe 1—3 des Hinterleibes in größerer oder geringerer Ausdehnung gelb sind.



Abb. 503. Das Zeidelwesen in früherer Zeit. Kupferstich aus Der Ökonom. Enzyklopädie von Krunitz 1774

Ursprünglich und von Natur aus war die Honigbiene eine Waldbewohnerin, weil sie nur in den zahlreichen hohlen Bäumen der einstmals ausgedehnten deutschen Urwälder die unerläßlichen Unterschlupfmöglichkeiten fand. Dazu bot der Wald ihr mit seinem artenreichen Pflanzen-

[1]) Aus dem sehr reichen Schrifttum über die Honigbiene seien hier genannt: Armbruster, L., Der Bienenstand als völkerkundliches Denkmal. Bücherei f. Bienenkunde Bd. 8. Neumünster 1926. — Derselbe, Die alte Bienenzucht der Alpen. Ebenda Bd. 8, 1928. — Gerstung, F., Der Bien und seine Zucht. Pfenningstorff-Berlin. — Goetze, Die Bienenzucht als landwirtschaftlicher Nebenbetrieb. Eug. Ulmer, Stuttgart. — Herter, Jul., Wegweiser für eine neuzeitliche Bienenzucht. Ebenda 1919. — Klose, H., Über Waldbienenzucht in Litauen und einigen Nachbargebieten. Bayer. Ak. Wissensch. München 1925. — Kuntzsch, M., Imkerfragen. A. Stein, Potsdam. — Löbe, A., Der Bienenstand als völkerkundliches Denkmal. Dtsch. Ill. Bienenztg. *46,* 1929. — Lotter, J. M., Das alte Zeidelwesen in den Nürnbergischen Reichswaldungen. Nürnberg 1870. — Ludwig, A., Unsere Bienen. Pfenningstorff-Berlin. — Pritzl, Jos., Das ehemalige Zeidel-

bestande an Bäumen, Sträuchern und Kräutern mannigfaltige reiche Erntemöglichkeiten für Pollen und Honig.

Dementsprechend wurde die Bienennutzung ursprünglich als ein wichtiges Waldnutzungsrecht von den sogenannten Zeidlern ausgeübt, die auf Reichsboden, zunächst kaiserliche, mit der Ausbildung der Landesherrschaften landesherrliche Lehnsleute waren. Sie betrieben die Bienennutzung in der Weise, daß sie den Völkern zur gegebenen Zeit die wachs- und honighaltigen Waben mit Gewalt ausbrachen, den Schwärmen mit der Axt künstliche, mit einem Brett verschließbare Höhlungen in den sogenannten Beutebäumen[1]) schufen. Die Waldbeuten wurden hoch über der Erde in starke Bäume gehauen. In manchen Gegenden (Litauen) werden die Beutebäume des Wipfels beraubt, wie aus den vielen der von E. Stechow in Litauen aufgenommenen Bildern von Beutekiefern (siehe Klose 1925) zu ersehen ist (Abb. 504). Das „Kappen" oder „Wipfen" war wohl im allgemeinen eine Maßregel zur Verhütung des Windbruches (Stechow, Klose). — Solange der Honig das einzige Süßungsmittel und das Wachs das alleinige Kerzenmaterial in Kirchen, Klöstern und Schlössern bildete, hatte das Zeidelwesen eine große wirtschaftliche Bedeutung. Eines der bedeutendsten Zeidelgebiete bargen die Reichswälder um Nürnberg. Reste der Waldbienennutzung haben sich bis in unsere Zeit in nordöstlichen Waldgebieten Preußens erhalten. In Westpreußen gab es (nach Pritzl) 1772 noch 20 000 „Beutebäume". In Litauen findet man deren heute noch eine ganze Anzahl, wie E. Stechow festgestellt hat (s. Klose 1925). In Westpreußen wurde die Waldbienenzucht auf einer Majoratsherrschaft noch bis 1913 ausgeübt. Seit 1913 ist der letzte Rest der Zeidlerei auf deutschem Boden verschwunden (Klose).



Abb. 504. **Abgestorbener Bienenbaum (gekappt). Aufnahme Dr. Stechow. Aus Klose**

---

gericht in Feucht. Arch. f. Bienenk. 2, 1920. — Wagner, M., Das Zeidelwesen und seine Ordnung im Mittelalter und in der neueren Zeit. München 1895. — Zander, E., Handbuch der Bienenkunde. 7 Bände. Eug. Ulmer, Stuttgart. — Derselbe, Zeitgemäße Bienenzucht. 2 Hefte. P. Parey, Berlin. — Derselbe, Leitsätze einer zeitgemäßen Bienenzucht. 110. Tausend. Verlag der Leipziger Bienenztg. Leipzig.

[1]) Von jeher hat man die Bienen in mannigfachen Behausungen, allgemein „Beuten" genannt, gehalten. Nach Pritzl stammt das Wort vom angelsächsischen beo = Biene. Von Bienen bewohnte Bäume nannte man „Beutebäume".

In dem Maße, in dem unter Axt und Feuer die Urwälder den wogenden Kornfeldern und sonnigen Dorfstätten weichen mußten, an die Stelle des sinnlosen Raubbaues am Walde eine planmäßige Forstwirtschaft trat, die vor allem keine hohlen Bäume mehr duldete, und Zucker, Paraffin, Stearin usw. an die Stelle von Wachs und Honig traten, wurde die Honigbiene nach und nach aus ihrer Urheimat verdrängt, in den Siedlungsbereich des Menschen verschleppt und aus einer Waldbewohnerin zu einem landwirtschaftlichen Nutztier. Die Hausbienenzucht hat die Waldimkerei ganz abgelöst. Wenn auch ab und zu einmal ein durchgebrannter Schwarm sich in den Wald verirrt und über Sommer draußen ein kümmerliches Dasein fristet, sind doch die Bienen als ganzjährige Dauerbewohner aus den Wäldern verschwunden.

Der Wald selbst hat an Fläche bedeutend abgenommen und in seiner Zusammensetzung ein viel eintönigeres Aussehen bekommen. Trotzdem bildet er auch in seiner heutigen vom Menschen stark beeinflußten Verfassung eine wichtige Nahrungsquelle der Bienen, die ihnen im „Wanderbetriebe" in steigendem Maße zugänglich gemacht wird, indem man die Völker zeitweilig in den Wald schafft, um z. B. die Honigtauschätze der Fichten, Tannen oder Lärchen, die Blütenhonigströme des Heidekrautes oder der Linden einsammeln zu lassen. Der Erlaß des Reichsforstmeisters vom 7. Februar 1938 sucht diese Bestrebungen zugunsten der Volksernährung nachdrücklichst zu fördern[1]).



Abb. 505. **Klotzbeuten an Schuppenwand gelehnt. Aufnahme Dr. Elsner. Aus Klose**

In ganz einsamen Waldgebieten werden heute über Sommer mit Vorliebe sogenannte Belegstellen eingerichtet, um Königinnen und Drohnen besonders leistungsfähiger Bienenvölker sicher zur Paarung zu bringen und so die Sammelleistungen der Völker zu heben, was bei dem weiten Flugkreise der Bienen von 3—4 km auf den Bienenständen unmöglich ist.

Mit dem Aufkommen der Hausbienenzucht hat sich auch bei der Behausung der Bienen vieles von Grund auf geändert. Zunächst holte man den mit Bienen besetzten Baumstumpf aus dem Walde und stellte oder legte ihn an die Hauswand (Abb. 505) oder

[1]) Diese Nebennutzung des Waldes, die mit der steigenden Erkenntnis von dem hohen Wert des „Waldhonigs" und der Ergiebigkeit der Waldtracht eine immer größere Bedeutung erlangt, wird in dem Kapitel über Pflanzenläuse eingehender behandelt (Bd. IV).

man besiedelte auch künstlich ausgehöhlte Baumstämme (Klotzbeuten)[1]) mit Schwärmen.

In den Alpengebieten stellt nach Armbruster (1928) der handlichere, von unten zugängliche „Klotzstülper" eine andere Form dieser Beutenart dar.

Die Klotzbeute ist im heutigen germanischen Mitteleuropa als Wirtschaftsform verschwunden. Im slawischen Osten hat sie sich, wie ja auch der Beutenbaum, als Betriebsform erhalten. Ob man aber daraus, wie Armbruster tut, völkerkundliche Schlüsse ziehen darf, ist eine andere Frage. Bereits Löbe (1929) wies darauf hin, daß die Folgerung Armbrusters, die Klotzbeute sei slawischen, der Korb germanischen Ursprungs und zeige die Verbreitung beider Volksstämme an, durch die Sprachwissenschaft keine Bestätigung finde. Bezeichnungen, wie Bienenstock, Bienenkar, Bienenkasten lehrten, daß auch die Germanen ursprünglich im Klotz imkerten. Von ihnen übernahmen ihn die Slawen und hielten weiter an ihm fest, während die Germanen die Beuten zum Korb weiterbildeten. Auch der Klotzstülper der Alpenländer spreche gegen Armbruster.

Neben den Klotzbeuten begegnet uns schon im Mittelalter der Strohkorb, dessen mannigfache malerischen Formen man hoch über dem Scheunentor oder unter dem Hausgiebel unterbrachte. Der Strohkorb hatte mit der Klotzbeute gemeinsam, daß der Wabenbau der Höhlung fest eingebaut war und nur mit Gewalt ausgebrochen werden konnte. Infolge seiner handlicheren Form trat aber der Strohkorb immer mehr an die Stelle des schweren Klotzes, und er spielt auch heute noch eine Rolle, wenn auch seine Verbreitung ständig im Rückgang ist. Seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts haben dann die Imker unter Führung des schlesischen Pfarrers Dzierzon und des thüringischen Barons von Berlepsch gelernt, Bauten mit beweglichen Waben zu benutzen, d. h. die Bienen ihre Waben in viereckige Holzrähmchen einbauen zu lassen, die in wechselnder Zahl, Größe und Anordnung in eckigen Bretterkästen mannigfachster Gestaltung untergebracht und von oben oder hinten einzeln den Stöcken zur Untersuchung entnommen und ohne Zerstörung mit Zentrifugen (Honigschleudern) ihres Honiggehaltes beraubt werden können. Heute ist diese sogenannte Mobilbienenzucht auf der ganzen Welt fast ausschließlich in Übung.

---

[1]) Armbruster (1926) unterscheidet drei Sorten von Klotzbeuten:

1. Gelegenheitsklotzbeuten, gelegentlich im Walde gefundene Bienenbäume, deren bienenbesetztes Stück ausgesägt und an die Hauswand gestellt wurde. Sie hatten nur ein Flugloch.
2. Liebhaberklotzbeuten, mehr oder weniger kunstvoll gestaltete und eingerichtete Behausungen.
3. Gewerbliche Klotzbeuten, ziemlich genau so eingerichtet wie der Bienenbaum zur Zeit der Waldbienenzucht, der stets zwei Öffnungen enthielt, vorn das Flugloch, hinten den Behandlungsschlitz. Wo man derartige Klotzbeuten an die Hauswand stellte, schnitt man das Flugloch in das Brett, das den Behandlungsschlitz schloß.

Ordnung Diptera

Zweiflügler

Die Diptera sind am auffälligsten gekennzeichnet durch das Vorhandensein von nur einem Paar Flügel, den häutigen Vorderflügeln (die nur selten fehlen), und der Umwandlung der Hinterflügel zu kleinen Schwingkölbchen oder Halteren. Die Mundteile treten in Form eines Rüssels auf und sind zum Saugen, teils auch zum Stechen eingerichtet. Prothorax klein und selten frei beweglich, Mesothorax am größten und mit dem kleinen Metathorax verwachsen. Tarsen gewöhnlich fünfgliedrig. Vollkommene Verwandlung. Puppen entweder frei (pupa libera) oder Tönnchenpuppen (pupa coarctata).

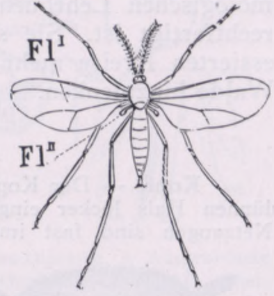


Abb. 506. Eine Gallmücke (Cecidomyide). Fl' Vorderflügel, Fl'' Halteren (Schwingkölbchen). Nach Nitsche

Die Dipteren stellen eine der größten Insektenordnungen dar mit etwa 50 000 bis heute beschriebenen Arten (davon etwa 3000 in Deutschland), die über die ganze Erde verbreitet sind. Es handelt sich bei ihnen um hochspezialisierte Tiere mit recht mannigfaltiger Lebensweise, worauf schon die Namen Stechmücken, Gallmücken, Bremsen, Dassel-, Bies-, Raupen-, Stuben-, Lausfliegen usw. hinweisen.

Die Imagines sind größtenteils Tagtiere. Sie ernähren sich von allen möglichen organischen Stoffen, viele leben vom Raub oder sind Blutsauger. Noch größer ist die bionomische Mannigfaltigkeit bei den Larven: Saprophagie, Phytophagie, Ekto- und Entoparasitismus, räuberische Lebensweise, Aufenthalt im Wasser, im Boden, in faulendem Holz und Mulm und in der Rinde, in Pflanzenminen oder Gallen usw. — alles ist bei den Dipterenlarven zu finden. So ist es wohl verständlich, besonders wenn wir auch die starke Vermehrung und infolgedessen oft enorme Individuenzahl berücksichtigen, in der die meisten Zweiflügler auftreten können, daß die Dipteren überall in die Belange des Menschen eingreifen — sei es zu dessen Nachteil oder Vorteil —, und zwar in einem Maße, wie wir es sonst bei keiner anderen Insektenordnung mehr finden.

Auch forstlich spielen sie zweifellos eine weit größere Rolle als bisher angenommen wurde. Schon die große Häufigkeit, in der die Dipteren in unseren Wäldern auftreten, deutet darauf hin. Und je tiefer wir in das Leben der Mücken und Fliegen eindringen, desto klarer drängt sich die Überzeugung auf, daß sie eine nicht zu unterschätzende Funktion in der Waldbiozönose besitzen. Zweifel-

los stellen sie einmal einen überaus wichtigen Faktor zur Erhaltung des biologischen Gleichgewichtes dar; es sei in dieser Beziehung nur an die vielen Parasiten (Tachiniden) und Räuber erinnert, die die Vermehrung gefährlicher Schädlinge im Zaume halten. Sodann kommt den zahllosen Dipteren-Larven, die sich im morschen Holz oder im Boden befinden, bestimmt ein ganz großer Anteil, der noch lange nicht im vollen Umfange erkannt ist, an der Zersetzung des Holzes und der Streu- bzw. an der Humusbildung zu. Andererseits fehlt es aber auch nicht an Dipteren, die sich der Arbeit des Forstmannes entgegenstellen, sei es durch Beeinträchtigung des Wachstums der von ihm gehegten Pflanzen oder sei es dadurch, daß sie ihm den Aufenthalt in den Wäldern zur Qual machen (wie mancherorts die Stechmücken). Endlich sei auch noch an die bei Warmblütern parasitierenden Zweiflügler erinnert, die sowohl der Kleinvogelwelt als auch unserem Wild Schaden zufügen können.

So glaube ich, daß die ausführliche Behandlung, die ich hier — im Gegensatz zu den bisher üblichen kurzen Darstellungen in den forstentomologischen Lehrbüchern — den Dipteren zuteil werden lasse, wohl gerechtfertigt ist. Sie sollen vor allem dazu beitragen, die forstlich interessierten Kreise mehr als bisher auf die Beobachtung der Zweiflügler im Walde hinzulenken.

Morphologie

Kopf. — Der Kopf ist kugelig oder halbkugelförmig, im Thorax durch einen dünnen Hals locker eingelenkt und daher frei beweglich. Die seitlich stehenden Netzaugen sind fast immer groß und stoßen bei vielen Männchen auf der Stirn zusammen („holoptisch"), während die Weibchen sich durch breitere Stirn auszeichnen („dichoptisch") (Abb. 507). Am oberen Teil der Stirn, welcher als Scheitel bezeichnet wird, finden sich drei Punktaugen oder Ocellen. Oft ist die Stirn oberhalb der Fühler mit Borsten besetzt, die für die einzelnen Arten sehr charakteristisch sind und zu ihrer Bestimmung benutzt werden.

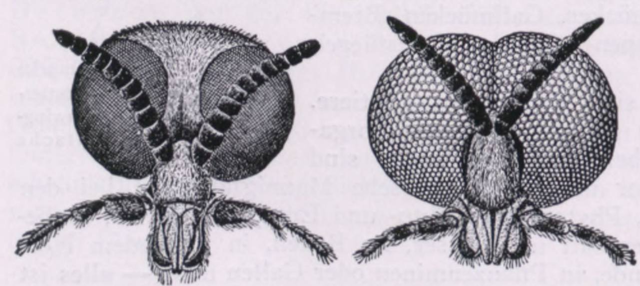


Abb. 507. Kopf des ♀ (links) und ♂ (rechts) einer Simuliide. Aus Weber

Die Fühler bestehen bei allen Dipteren aus zwei Basal- oder Wurzelgliedern und den Geißelgliedern. Man kann hier deutlich zwei Typen von Fühlern unterscheiden; bei den niederen Formen, zu welchen Mücken, Schnaken, Waffen- und Raubfliegen gehören, ist die Geißel aus zahlreichen, gleichartigen Gliedern zusammengesetzt (Abb. 513 A), während sie bei den höheren Formen, zu denen die Raupenfliegen, Fleischfliegen und Stubenfliegen gehören, zu einem Komplex verschmelzen (Abb. 513 C), der dann seinerseits eine nackte oder gefiederte Rückenborste trägt. Häufig sind Unterschiede zwischen den Geschlechtern einer Art (Sexualdimorphismus) in der Ausbildung der Geißel wahrzunehmen, so besonders bei gewissen Mückenarten.

Die Gesamtheit der Mundwerkzeuge der Fliegen bezeichnet man im allgemeinen als „Rüssel", der bei einigen Formen ausgestreckt getragen wird, meist aber in der Ruhe verborgen, einfach oder doppelt geknickt der Unterseite des

Kopfes anliegt (Abb. 508). Der Hauptteil des Rüssels ist die zu einer nach vorn und oben geöffneten Halbrinne umgewandelte Unterlippe (Hinterkiefer oder Labium). Taster fehlen derselben oder sind nur in Gestalt der polsterförmigen Endkissen, der „Labellen", entwickelt (Abbild. 508 *Blk-T*). Die scheinbar der Unterlippe ansitzenden Taster *(Mk-T)* gehören nicht zu den Hinter-, sondern zu den in ihren Ladenteilen oft verkümmerten Mittelkiefern. Diese Unterlippe ist nur die Hülle für den eigentlichen Saugapparat, der aus der Oberlippe *(Ol)* und einem von dem Grunde der Unterlippe entspringenden unpaaren Stück, dem sogenannten Hypopharynx (*Hyp*), besteht. Diese beiden Teile liegen zueinander wie der Ober- und Unterschnabel der Vögel. In dem aus Oberlippe und Hypopharynx gebildeten Saugrohr steigt die zu saugende Flüssigkeit infolge rhythmischer Erweiterung und Zusammenziehung der Mundhöhle nach dem Schlund auf. Bei den meisten Zweiflüglern sind nur die geschilderten Mundteile vorhanden. Bei vielen anderen liegen in der Unterlippenrinne noch neben dem eigentlichen Saugrohr als spitze Borsten entwickelt, die Ladenteile der Mittelkiefer *(Mk)*, gewöhnlich Unterkiefer genannt. Bei den blutsaugenden Formen, namentlich bei deren Weibchen, sind zwischen Oberlippe und Hypopharynx noch eingeschoben zwei messer- oder borstenartige Gebilde, die den Vorderkiefern entsprechen *(Vk)*. Nur bei diesen sind also alle typischen Kieferpaare entwickelt. Bei wenigen Formen, z. B. bei den Oestriden, verkümmern die Mundwerkzeuge ganz.

Abb. 508. Mundgliedmaßen von Dipteren. A. Ausgebreitete Mundwerkzeuge einer ♀ Stechmücke, *Culex*. B. Querschnitt durch den mittleren Teil bei normaler Lage der einzelnen Teile. C. Ausgebreitete Mundwerkzeuge einer ♀ Bremse *Tabanus*, von unten, nach Entfernung der zu einer Unterlippe umgewandelten Hinterkiefer. D. Querschnitt durch das vordere Drittel des ganzen Rüssels einer ♀ Bremse. E. Ausgebreitete Mundwerkzeuge einer ♂ Bremse, *Tabanus*, von unten, nach Entfernung der Unterlippe. F. Kopf einer Fliege, *Musca*, mit ausgestrecktem Rüssel, von der linken Seite. G. Längsschnitt. H. Querschnitt durch denselben. I. Querschnitt durch den Rüssel einer Schaflausfliege *Melophagus*. Fhl. Fühler, Stbl. Stirnblase. Ol. Oberlippe. Vk. Vorderkiefer. Mk. Mittelkiefer, Mk.-T. Mittelkiefertaster, Hk. Hinterkiefer, zu einer Unterlippe verwachsen. Hk.-T. die Endkissen derselben, die umgewandelten Hinterkiefertastern entsprechen. Hyp. Hypopharynx. oc. Punktaugen. gl. Ganglion. oes. Speiserohr. Fu. Fulcrum, m. dessen Musculatur. d.sal. Ausführungsgang der Speicheldrüse. Aus Nitsche

Die Vorderseite des Kopfes (Abb. 509) zwischen den seitlichen Facettenaugen, den Punktaugen auf dem Scheitel und dem Mundrand heißt oberhalb der Fühler die „Stirn", unterhalb der Fühlerwurzel das „Gesicht". Dicht oberhalb der Fühlerwurzel liegt eine mehr oder weniger lange nach unten konkave quergestellte Naht, die „Bogennaht". Der Kopfteil neben dem inneren Augenrand bildet die „Wangenplatte" *(Wp)*, die sich nach oben in die „Scheitelplatte" *(Schp)* fortsetzt. Liegt zwischen dem oberen Winkel der Bogennaht und dem vorderen Ocellus ein mehr oder weniger breiter Kopfstreifen von anderer Beschaffenheit als die Scheitelwangenplatten, so sprechen wir von einer „Stirnstrieme" *(Stst)*. Die Stirnstrieme hat meist samtartiges Aussehen und zeigt keine stärkere Beborstung, dafür aber häufig Längsfältelung. Die Fühler liegen in einer Grube, deren seitliche senk-

rechte Ränder, die „G e s i c h t s l e i s t e n“ *(Gl)*, sich an der Mundecke in die „B a c k e n l e i s t e n“ *(Bl)* fortsetzen. Die Kopfteile unterhalb der Augen heißen Backen. Die Ecke, an der die senkrechten Gesichtsleisten mit den schräggestellten Backenleisten zusammentreffen, ist die „V i b r i s s e n e c k e“ *(Vbe)*.

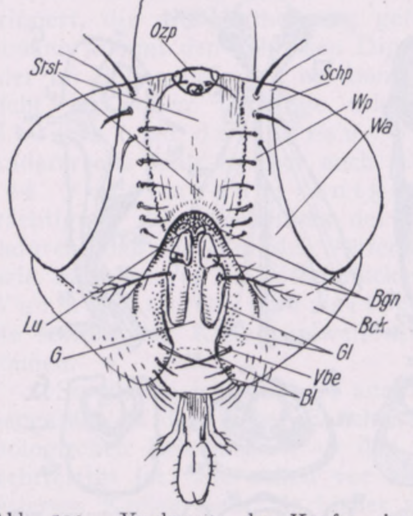


Abb. 509. Vorderseite des Kopfes einer schizophoren Diptere (*Pollenia*). Bck Backen, Bgn Bogennaht, Bl Backenleiste, G Gesicht, Gl Gesichtsleiste, Lu Lunula, Ozp Ocellenplatte, Schp Scheitelplatte, Ststr Stirnstrieme, Vbe Vibrissenecke, Wa Wangen, Wp Wangenplatte

Brust. — Die drei den Thorax bildenden Körpersegmente sind eng miteinander verschmolzen; sie werden als Prothorax, Mesothorax und Metathorax bezeichnet und jedes derselben besteht aus einer Rücken- und einer Bauchplatte, zwischen die sich beiderseits die etwas komplizierten Seitenplatten oder Pleuren schieben.

Der ringförmige P r o t h o r a x ist am stärksten bei den mückenartigen Formen entwickelt, bei denen auch Kopf und Körper langgestreckt und die Fühler reich gegliedert sind. Bei den eigentlichen Fliegen, deren Fühlergeißel zu einem Gliede verschmolzen und deren Körper meist kürzer gebaut ist, wird der Prothorax zu einer flachen Scheibe, an welcher der kurze Hals ansetzt.

Auf den M e s o t h o r a x, die eigentliche Brust, muß hier wegen der für die systematische Bestimmung so überaus wichtigen Beborstung und Ausbildung seiner einzelnen Teile näher eingegangen werden. Seine Rückenfläche, das Mesonotum, besitzt an beiden Seiten seines Vorderrandes flache Buckel, die Schultern genannt werden; von diesen ausgehend zieht zur Flügelbasis eine Furche, die „N o t o p l e u r a l n a h t“, welche das Mesonotum von den Seitenteilen, den Pleuren, trennt und sich hinter den Flügeln bis zu dem, den Metathorax überlagernden, meist halbkreisförmigen Schildchen fortsetzt. Quer über die Fläche des Mesonotums zieht vor der Flügelbasis ein Eindruck, der gegen die Mitte des Rückens meist undeutlich ist und „Q u e r n a h t“ genannt wird. Hinter den Flügeln liegen oberhalb der Fortsetzung der Notopleuralnaht noch beiderseits sehr schwach ausgeprägte Buckel, die „P o s t a l a r k a l l i“, hinter denen eine tiefe Furche das Mesonotum von dem Schildchen (scutellum) trennt. An den Seiten, den Pleuren, sehen wir unterhalb der Schultern ein S t i g m a, das Prothorakalstigma, und ein zweites etwas vor und unterhalb der Schwingkölbchen oder Schwinger schlechthin, das Metathorakalstigma. Vor letzterem findet sich eine Reihe kurzer Börstchen, welche sich stets bei den Raupenfliegen, den Tachinen, findet, aber den anderen Musciden fehlt.

Die Beborstung der einzelnen Teile ist am stärksten unter den hochstehenden Formen der Raupenfliegen entwickelt, findet sich aber auch in schwächerer Ausbildung bei anderen Familien. Da die Art der Beborstung, vor allem Zahl und Stellung der großen Borsten, M a c r o c h a e t e n, systematisch von großer Bedeutung ist, so sind für die verschiedenen Gruppen der letzteren besondere Bezeichnungen angeführt, über die unten noch näheres gesagt wird.

Die B e i n e setzen sich aus der Hüfte (coxa) mit dem kleinen Schenkelring (trochanter), dem Schenkel (femur), der Schiene (tibia) und den fünf Tarsengliedern zusammen. Das erste und gewöhnlich längste Tarsenglied wird als „F e r s e“ oder „M e t a t a r s u s“ bezeichnet, das letzte trägt zwei Krallen, zwischen denen eine kurze Borste, das „E m p o d i u m“, hervorragt; unter den Krallen liegen die Haftläppchen

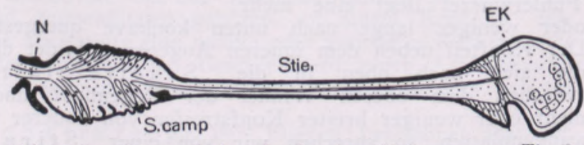


Abb. 510. Längsschnitt durch eine Haltere von *Tipula*. Ek Endkolben, S. camp. Sensilla campaniformia. Aus W e b e r

oder „P u l v i l l e n". Zwecks Bezeichnung der in manchen Fällen auch wichtigen Beinbeborstung denke man sich die Beine waagrecht nach den Seiten ausgestreckt; es ergeben sich dann für die Rückenseiten die dorsalen, für die Bauchseiten die ventralen Borstenreihen; die Zwischenlagen (um 45° gedreht) werden dann durch ihre Richtungslage, vorn oder hinten, in anterodorsal oder posterodorsal bzw. anteroventral und posteroventral unterschieden. Einzelne, vor der Spitze befindliche Borsten werden als Praeapikalborsten bezeichnet.

Als eigentliche F l u g o r g a n e kommen nur die beiden V o r d e r f l ü g e l in Betracht, während das hintere Paar zu S c h w i n g k ö l b c h e n oder Halteren umgebildet ist. Vor diesen letzteren befinden sich gewöhnlich jederseits zwei Schüppchen, von denen das vordere, das F l ü g e l s c h ü p p c h e n, sich mit dem lappenförmigen Vorsprung, der A l u l a, an der hinteren Basis des Flügels bewegt, während das hintere, das T h o r a k a l s c h ü p p c h e n, sich schüsselförmig über die Schwingerbasis legt. Die Halteren selbst stehen mit der Flugfähigkeit in enger Verbindung [1]. Verschiedentlich tritt Flügellosigkeit auf als Folge ektoparasitischer Lebensweise.

In der B e z e i c h n u n g d e r F l ü g e l a d e r n und der von diesen gebildeten Zellen folgen wir am besten dem natürlichen, von C o m s t o c k und N e e d h a m ausgearbeiteten System (s. Bd. I S. 35): Stets gehen von der Flügelbasis zwei große Aderstämme aus, die sich mehr oder weniger verzweigen und untereinander, sowie in ihren Verzweigungen durch Queradern miteinander verbunden sind. Die größte Anzahl von Verzweigungen finden wir bei den stammesgeschichtlich älteren Formen, den Mücken, Schnaken und ihren Verwandten; während bei den jüngeren, den fliegenartigen Formen, das Geäder bedeutend vereinfacht ist (Abb. 511 und 514). Die Ader, welche den Flügel ganz umzieht, bzw. an der Flügelspitze endigen kann, heißt C o s t a l a d e r *(c)*. In sie mündet am Flügelvorderrand die S u b c o s t a l a d e r *(sc)*. Die nächste Hauptader, die von der Wurzel ausgeht, ist der R a d i u s *(r)* mit bis zu fünf Ästen. In der Mitte des Flügels verläuft die M e d i a *(m)*, deren erster Ast die in der Flügelmitte meist vorhandene D i s k a l z e l l e frontal begrenzt. Die übrigen Äste dieser Hauptader gehen von der Diskalzelle *(D)* aus; es sind bis zu drei (m_1, m_2, m_3). Der C u b i t u s *(cu)*, die nächste große Ader, beteiligt sich mit dem 1. Ast (cu_1) an der Einschließung der Diskalzelle. Meist sind zwei Äste vorhanden. Einfach sind die A n a l a d e r *(an)* und die A x i l l a r a d e r *(ax)*, von welchen erstere mit der Cubitalader die Cubitalzelle *(Cu)* umschließt. Die Zellen bezeichnen wir jeweils mit dem großen Buchstaben, der dem kleinen entspricht, mit welchem die frontal davon gelegene Ader belegt ist.

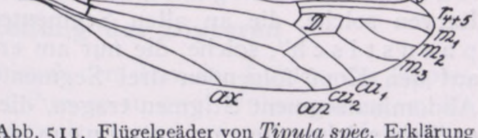


Abb. 511. Flügelgeäder von *Tipula spec.* Erklärung im Text. Nach L i n d n e r

Hinterleib. — Das Abdomen besteht bei den niederen Formen (den schnakenartigen) maximal aus zehn Segmenten, bei den höheren, den fliegenartigen (Stubenfliege, Tachinen usw.) nur mehr aus vier „sichtbaren" Segmenten. An jedem Segment unterscheidet man eine Rückenplatte, das T e r g i t, und eine Bauchplatte, das S t e r n i t. Zu beiden Seiten eines jeden Segmentes, mit Ausnahme des ersten und der zu den Genitalien umgebildeten letzten, befindet sich ein Stigma. Hinter dem 10. Tergit sieht man, wenigstens bei den Weibchen, noch 2 Chitinplättchen, die

---

[1]) Die Halteren (Schwingkölbchen) sind langgestreckte Hohlgebilde, an denen eine basale Anschwellung, ein dünner oder glatter Stiel und ein umfangreicher Endkolben zu unterscheiden sind (Abb. 510). Die basale Anschwellung enthält verschiedene Gruppen von Sensillen, der Endkolben trägt Tasthaare. Physikalisch betrachtet sind die Halteren Schwingkölben mit schweren Enden und leichter Achse; sie werden während des Fluges durch eigene, von der des Vorderflügels unabhängiger Muskulatur in ständiger rapider, schwingender Bewegung gehalten. Ausschaltung der Halteren durch Abschneiden hat eine Schwächung oder geringere Erregbarkeit der Flugmuskulatur zur Folge (der Flug wird ungeschickt). Man kann demnach annehmen, daß die mechanischen Reize, die an den bewegten Halteren die verschiedenen Sensillen treffen, die Erregbarkeit der Flugmuskeln steigern und diese erst tätigkeitsbereit machen (W e b e r). So reiht denn auch v. B u d d e n b r o c k die Halteren in die Gruppe der „Stimulationsorgane" ein.

Cerci. Das Segment trägt die Geschlechtsöffnung und hinter derselben den After. Wenn nun, wie bei den eigentlichen Fliegen, die Anzahl der Segmente auf 4 von oben sichtbare Segmente reduziert ist, so sind die übrigen Segmente meist am Bau der Genitalien beteiligt, und zwar beim Weibchen als Legeröhre in die vorhergehenden Segmente eingezogen, oder beim Männchen als Hypopygium unter den Bauch umgeschlagen. Bei den Männchen wird der komplizierte Bau dieser Teile meist zur Unterscheidung der Arten benutzt; aber auch die Gestalt der Legeröhre des Weibchens, die ja zur Eiablage oft mehr oder weniger harte Substanzen durchdringen muß, kann verschieden sein, z. B. säbelförmig bei Schmarotzern oder bohrerförmig zum Durchdringen pflanzlicher Teile. Weichhäutig ist sie in den Fällen, in denen die Eier in flüssige oder weiche Medien gelegt werden. In manchen Fällen schlüpft die Larve schon im Mutterleibe aus dem Ei und wird als fertige Larve abgesetzt.

Larven. — Alle Larven oder Maden der Zweiflügler machen während ihrer Lebensdauer verschiedene Häutungen durch und verändern während dieser Wachstumsperiode häufig ihre Körpergestalt. Die verschiedenen Stadien sind bisweilen so abweichend voneinander, daß sie mit besonderen Namen belegt werden. Es gibt Fälle, in denen das erste Larvenstadium frei beweglich und mit Beinen ausgerüstet ist, wogegen die späteren Stadien fußlose Maden sind (s. Abb. 625). In solchen Fällen wird das bewegliche Stadium als „Triungulinlarve“ bezeichnet (wie wir es von Ölkäfern oder Meloiden her kennen, s. Bd. I, S. 158).

Die einzelnen Stadien der Larve können bei ein und derselben Art nicht nur morphologisch, sondern auch in ihrem inneren Bau verschieden sein, was sich äußerlich besonders durch die Lage und Anzahl der Stigmen zu erkennen gibt. Man unterscheidet unter den Larven solche, die an allen Segmenten Stigmen tragen, die als „peripneustisch“, solche, die nur am ersten Thorakalsegment (das erste der auf den Kopf folgenden drei Segmente) und am letzten (oder vorletzten) Abdominalsegment Stigmen tragen, die als „amphipneustisch“, und endlich solche, die nur an einem der beiden letzten Segmente Stigmen tragen, und die als „metapneustisch“ bezeichnet werden. Auch die Mundteile können in den einzelnen Stadien Veränderungen unterliegen (s. unten Abb. 679).

a *b* *c*

Abb. 512. Verschiedene Larventypen von Dipteren. a u. b eucephal (*Tabanus* und *Bibio*), c acephal (*Sarcophaga*)

Die Larven der Zweiflügler lassen sich nach der Bildung des Kopfes in zwei große Gruppen teilen, die allerdings durch Übergänge miteinander verbunden sind (Abb. 512): in der ersten Gruppe, welche Mücken, Schnaken und andere Formen mit vielgliedrigen Fühlern umfaßt, ist der Kopf von einer meist dunkel gefärbten Kopfkapsel umschlossen, deren Innenteile sich stabförmig in die nachfolgenden Segmente erstrecken. Die äußerlich sichtbaren Mundwerkzeuge solcher Larven wirken meist horizontal gegeneinander, die Ernährungsweise ist

beißend: eucephale Larven. In der zweiten Gruppe, welche die eigentlichen Fliegen mit kopflosen Maden umfaßt, verschwindet die Kopfkapsel, nur die schon erwähnten Stäbe (Kopfgräten) und die äußerlich sichtbaren Mundhaken bleiben erhalten. Die Mundwerkzeuge wirken vertikal und die Ernährungsweise der Larven ist saugend: acephale Larven.

Puppen. — Auch nach der Form der Puppe verhalten sich die beiden Gruppen verschieden. Die Puppen der ersten sind meist Mumienpuppen (s. Abb. 517 u. 519), während die Larven der zweiten Gruppe sich stets in der zu einem Tönnchen erhärtenden Larvenhaut verpuppen (s. Abb. 684). Die Puppen vieler Mücken und auch anderer Dipteren besitzen eine gewisse Beweglichkeit, die ihnen das Schwimmen oder andere Fortbewegungsarten ermöglicht.

Sehr wichtig ist die Gestalt des Schlüpfspaltes (der beim Schlüpfen der Imago an der Puppe entsteht). Bei den hochstehenden Schizophoren, bei denen die Imago das Tönnchen mit Hilfe einer „Stirnblase" (s. Abb. 689) durchbricht, springt die ganze Spitzenkalotte, in zwei Hälften geteilt, ab (s. Bd. I, S. 169); bei den Aschizen, denen eine Stirnblase fehlt, meist nur deren dorsale Hälfte, und zwar ebenfalls geteilt (s. Abb. 638); während bei den tieferstehenden Gruppen, wie den Nematoceren, die Puppenhülle durch einen T-förmigen Längsspalt am Rücken gesprengt wird. Die Verschiedenheit des Schlüpfspaltes bildet die Grundlage für die Haupteinteilung der Dipteren in Orthorhapha und Cyclorhapha.

Systematische Einteilung der Dipteren

Die Dipteren lassen sich sowohl nach dem Bau der Fühler, des Kopfes und Abdomens, sowie der Larven und Puppen in zwei Unterordnungen, die **Orthorhapha** und **Cyclorhapha,** einteilen, und zwar nach folgenden Merkmalen:

Fühler aus 2 Basalgliedern und einer aus vielen Gliedern gebildeten Geißel (Abb. 513 A) oder einem aus mehreren Gliedern sichtbar ver-

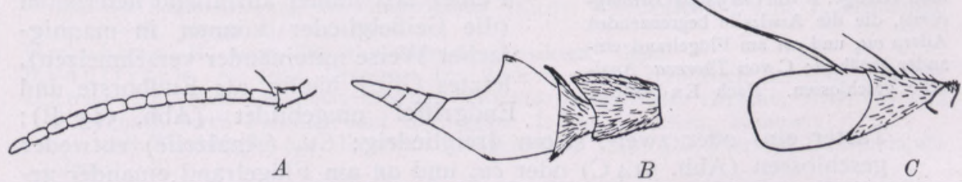


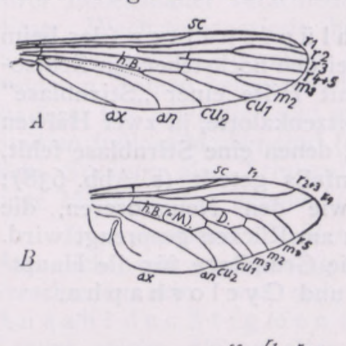
Abb. 513. Fühler von A eines orthoraphen Nematoceren (*Leia variegata*), B eines orthoraphen Brachyceren (*Tabanus*), C eines Cycloraphen (*Ernestia*). Nach Lindner

schmolzenen (komplexen) 3. Glied mit oder ohne Endborste (Abb. 513 B) bestehend. Stirn ohne Bogennaht und ohne Lunula. Taster in der Regel deutlich mehrgliedrig. Abdomen meist mit 7 oder mehr Segmenten. — Larven eucephal oder acephal. Mumienpuppen, die auf dem Rücken durch einen Längsspalt T-förmig gesprengt werden (orthorhaph!). Bei einem Teil wird die letzte Larvenhaut nicht abgestreift, sondern dient der Mumienpuppe als Schutzhülle, die beim Ausschlüpfen dorsal gesprengt wird . . . . **Orthorhapha**

Fühler aus 2 Basalgliedern und einem dritten größeren Glied mit einer längeren dorsalen Borste (Fühlerborste), die beide zusammen der vielgliedrigen Geißel entsprechen, wie in manchen Fällen noch erkennbar ist (Abb. 513 C). Taster stets eingliedrig. Abdomen meist aus weniger als 7 sichtbaren Segmenten. Stirn in der Regel mit Lunula und Bogennaht (s. Abb. 509). Larven acephal. Tönnchenpuppe, bei der beim Ausschlüpfen das vordere Ende in Form eines Deckels abgesprengt wird . . . . **Cyclorhapha**

I. Unterordnung Orthorhapha

Die Orthorhapha zerfallen wieder in zwei Gruppen: die langfühlerigen Nematocera und die kurzfühlerigen Brachycera. Die ersteren sind meist schlanke Tiere und werden im allgemeinen als Mücken bezeichnet (Gallmücken, Pilzmücken, Haarmücken, Stechmücken usw.), die letzteren sind zum Teil kräftige gedrungen gebaute Tiere, an echte Fliegen erinnernd, die die als Waffenfliegen, Bremsen, Raubfliegen usw. bezeichneten Formen enthalten.



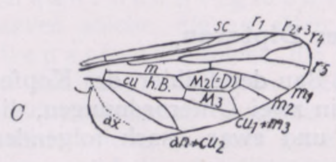


Abb. 514. Flügelgeäder: A von *Anopheles* (*Nematocera*), Analzelle (zwischen cu_2 und *an* gelegen) nie geschlossen, auch nie gegen den Flügelrand verengt; B von *Chrysops* (*Brachycera*), die die Analzelle begrenzenden Adern cu_2 und *an* am Flügelrand einander genähert; C von *Thereva*, Analzelle geschlossen. Nach Enderlein

Die beiden Gruppen lassen sich folgendermaßen unterscheiden:

Fühler stets vielgliedrig, mit mindestens 6 (2 + 4) Gliedern, die Geißelglieder gleichartig (Abb. 513 A); Taster stets mehrgliedrig (3—5gliedrig); Cu_2 (Analzelle), wenn vorhanden, nie geschlossen und auch nie gegen den Flügelrand verengt (Abb. 514 A). 1. Orthorhapha Nematocera (S. 514)

Fühler fast immer auffallend heteronom (die Geißelglieder können in mannigfacher Weise miteinander verschmelzen), letztes Glied häufig als Endborste und Endgriffel umgebildet (Abb. 513 B); Taster ein- oder zwei-, selten dreigliedrig; Cu_2 (Analzelle) entweder geschlossen (Abb. 514 C) oder cu_2 und *an* am Flügelrand einander genähert (Abb. 514 B) . 2. Orthorhapha Brachycera (S. 602)

II. Unterordnung Cyclorhapha

Die Cyclorhapha, die eigentlichen Fliegen, die noch weit mehr Arten enthalten als die Orthorhapha, teilen wir in drei Gruppen ein *(Aschiza, Schizophora* und *Pupipara)* [1]), und zwar nach folgenden Merkmalen:

[1]) Wenn wir die Pupipara hier als besondere Gruppe zusammenfassen, so tun wir dies aus praktischen Gründen. Wir schließen uns hierbei übrigens Imms an, der die Pupipara als eigene Gruppe den übrigen Cyclorhaphen gegenüberstellt, die er dem Vorschlag Osten-Sackens entsprechend als *Atericera* zusammenfaßt.

1 Kopf und Brust etwa so hoch wie breit; Mund mit Rüssel und Taster auf der Unterseite des Kopfes; Fühler meist deutlich erkennbar. Fast stets mit Flügel. Beine nahe beieinander entspringend. Als Imagines freilebend 2

— Kopf und Körper platt, viel breiter als hoch (s. Abb. 714), lederartig oder gummiartig elastisch. Kopf eng mit der Brust verbunden. Mund mit Rüssel, aber ohne Taster, nach vorn gerichtet. Fühler klein, in Gruben versteckt. Beine entspringen an den Seiten des Thorax, weit voneinander entfernt, mit sehr kräftigen Krallen. Flügel sehr oft fehlend. Meist weit abweichend vom gewöhnlichen Fliegenhabitus. Als Imagines Schmarotzer auf warmblütigen Tieren (Huftieren, Fledermäusen, Vögeln) . . . . 3. Pupipara

2 Stirnblase meist nicht vorhanden, daher Bogennaht kurz, halbkreisförmig, nicht immer deutlich (s. Abb. 643 A).
1. Cyclorhapha Aschiza

— Stirnblase vorhanden. Bogennaht deutlich, hufeisenförmig (s. Abb. 509)
2. Cyclorhapha Schizophora

Die wichtigste allgemeine Literatur

über Morphologie, Biologie und Systematik der Dipteren

Bischoff, W., 1922, Über die Kopfbildung der Dipterenlarven. Einleitung u. 1. Teil. Die Köpfe der *Oligoneura*-Larven. Arch. f. Naturgeschichte A. 6, S. 1—51.
— — 1924, Dieselbe. 3. Teil. Die Köpfe der *Orthorhapha-Brachycera*-Larven. Ebenda A. 8, S. 1—105.
Bouché, 1834, Naturgeschichte der Insekten, besonders in Hinsicht ihrer ersten Zustände als Larven und Puppen. Die Dipteren S. 23—103, 10 Taf.
Brauer, F., 1863, Über die Dipterenlarven im allgemeinen als Grundlage einer neuen Einteilung der Fliegen. Monographie der Oestriden.
— — 1884, Die Zweiflügler des Kaiserlichen Museums zu Wien. Teil III. Systematische Studien der Dipterenlarven. Denkschr. Kais. Akad. wiss. Math. Natur. *47*.
— — u. Bergenstamm, 1890—1895, Die Zweiflügler des Kais. Museums in Wien. Teile 4—7. Ebenda *56*, *58*, *60* u. *61*.
Enderlein, G., 1936, Zweiflügler, *Diptera*. In: Die Tierwelt Mitteleuropas. Leipzig.
Escherich, K., 1937, Die Zweiflügler *(Diptera)* des Waldes. Forstw. Ctrlbl. *59*, 401—416, 437—449. Mit 27 Abb.
Girschner, E., 1896, Ein neues Muscidensystem auf Grund der Thoraxbeborstung und der Segmentierung des Hinterleibes. Illustr. Wochenschr. f. Ent. *1*, Neudamm, S. 11—16, 30—32, 61—64, 105—112.
Grünberg, K., 1907, Die blutsaugenden Insekten. Jena.
Handlirsch, A., 1925, *Diptera*. In: Schröders Handbuch der Entomologie.
Hendel, F., 1922. Die paläarktischen *Muscidae acalyptratae* Girschn., *Haplostomata* Frey nach ihren Familien und Gattungen. I. Die Familien. Konowia *1*.
— — 1928, Zweiflügler oder Dipteren. Allgemeiner Teil. Die Tierwelt Deutschlands. Jena.
Keilin, 1915, Recherches sur les larves des Diptères cyclorhaphes. Bull. Scient. France-Belgique 7. sér., *44*, Paris, S. 15—198, 16. Tab.
Leuckart, 1858, Die Fortpflanzung und Entwicklung der Pupiparen nach Beobachtungen an *Melophagus ovinus*. Abh. Naturforsch. Ges. *4*, Halle.
Lindner, E., 1924 bis jetzt, Die Fliegen der paläarktischen Region. Im Erscheinen begriffen. Ein unentbehrliches Werk für jeden Dipterologen.
Lundbeck, W., 1907—1927, Diptera Danica. 7 Bde. Kopenhagen.
Martini, E., 1923, Lehrbuch der medizinischen Entomologie. Jena.
Meigen, J. W., 1818, Systematische Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügeligen Insekten. 10 Bde.
Meijere, de, J. C. H., 1916, Beiträge zur Kenntnis der Dipterenlarven und Puppen. Zool. Jahrb. (Syst.) *40*, Jena, S. 177—322, Taf. 4—14.
Schiner, J. R., 1862—1864, Fauna austriaca. Die Fliegen. 2 Bde. Wien.
Verrall, G. H., 1901 u. 1909, British Flies. Bisher nur 2 Bde London.

I. Unterordnung Orthorhapha

1. Gruppe

Orthorhapha Nematocera (Mücken)

Die Nematoceren oder Mücken zeichnen sich vor allen übrigen Dipteren durch die vielgliedrigen Fühler (mindestens 6 Glieder) aus, die in den meisten Fällen länger als Kopf und Thorax sind. Die Taster besitzen 4—5 Glieder. Die Larven mit Kopfkapsel und beißenden, d. h. zangenartig gegeneinander wirkenden Mandibeln.

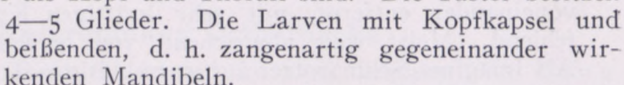


Abb. 515. Eine Gallmücke (♂)

Die Mücken treten im Wald entweder als Pflanzenschädlinge durch Fraß oder Gallbildung an den verschiedenen Forstgewächsen auf (Bibioniden, Tipuliden, Cecidomyiden), oder als lästige Blutsauger an Mensch und Tier (Culiciden, Simuliiden, Ceratopogoniden) oder endlich als auffallende Massenerscheinungen (Mycetophiliden, Chironomiden, Bibioniden).

Die Gruppe der Nematoceren enthält zahlreiche Arten, die sich auf etwa 15 Familien verteilen, von denen wir hier die folgenden 9 berücksichten wollen [1].

Systematische Übersicht über die wichtigsten Familien der Mücken

1 Hinter der letzten gegabelten Flügelader *(cu)* liegen noch zwei einfache Längsadern (Analis, Axillaris). In der Flügelfläche liegt meist eine geschlossene Zelle (Discoidalzelle) (Abb. 516 A) 2

— Hinter der letzten gegabelten Flügelader *(cu)* nur noch eine oder keine weitere Ader. Flügelfläche nie mit geschlossener Zelle (Discoidalzelle) 3

2 Endglied des Tasters stark peitschenförmig verlängert. Die *sc* mündet in r_1 (Abb. 516 A). Meist sehr langgliedrige große Mücken, keine Blutsauger. Als „Schnaken" bekannt . . . . 8. Tipulidae

— Endglied des Tasters meist kurz, nie peitschenförmig verlängert. Die *sc* mündet in die Costa (Abb. 516 B). „Stelzmücken" . . . . . . 9. Limnobiidae

3 Körper und Flügel dicht behaart. Die Mücken klein, schmetterlingsähnlich. Sie rennen lebhaft umher. In den Tropen und in Südeuropa kommen unter ihnen auch Blutsauger vor . . . . 4. Psychodidae

— Körper nicht oder nur wenig behaart, ebenso die Flügel 4

4 Fühler kurz (kürzer als der Kopf), die Glieder dicht zusammengedrängt, Körper plumper, fliegenähnlicher 5

— Fühler länger als der Kopf, Glieder perlschnurartig, oder die Fühler dicht buschig behaart, Körper schlank, mückenähnlich 6

5 Brust über den Kopf weit vorgewölbt (gebuckelt), Kopf ohne Punktaugen. Die ♀♀ sind Blutsauger. Kriebelmücken. Kleinere Formen . . 7. Simuliidae

---

[1]) Außer diesen Familien gehören noch viele Vertreter anderer Nematoceren-Familien der Waldbiocönose an (es sei nur an die zahlreichen Larven im Boden, unter Baumrinde usw. erinnert); doch wissen wir noch zu wenig über die Bedeutung, die ihnen in derselben zukommt, so daß wir sie unberücksichtigt lassen. Nähere Untersuchungen auf diesem Gebiet würden sicher noch manche interessante Ergebnisse bringen.

— Brust nicht weit vorgewölbt, sie verdeckt den Kopf von oben nicht. Kopf mit Punktaugen. Die Fazettenaugen stoßen beim ♂ meist oben zusammen. „Märzfliegen." Größere Formen . . . . 2. Bibionidae

6 Mücken sehr zart und klein, Beine lang, Tibien ungespornt, Flügel nur mit 3—4 Längsadern (Abb. 523 B). Gallmücken . . . . . 3. Cecidomyidae

— Mücken robuster, Beine nicht auffallend lang, Tibien gespornt, Flügel mit mehr als 4 Längsadern vor dem Außenrand 7

7 Mücken mit langem Stechrüssel, Flügeladern beschuppt. Die Randader läuft um den Flügel herum. ♀♀ sind Blutsauger, ♂♂ Blütenbesucher. Stechmücken (in Süddeutschland auch „Schnaken" genannt) . . . . 5. Culicidae

— Mücken mit kurzem Rüssel. Flügeladern unbeschuppt. Die Randader läuft nicht um den Flügel herum 8

8 Fühler mit mindestens 11 Gliedern. Kopf mit Punktaugen. Hüften oft stark verlängert. Pilz- und Trauermücken . . . . 1. Mycetophilidae

— Fühler beim ♀ meist mit weniger als 10 Gliedern, beim ♂ mehr oder weniger buschig behaart (Abb. 590). Kopf ohne Punktaugen, Hüften kurz. Die ♀♀ einiger winziger Arten sind lästige Blutsauger (Gnitzen), die größeren stechmückenähnlich, doch harmlos. Schwarm- oder Zuckmücken. 6. Chironomidae

1. Fam. Mycetophilidae (Pilzmücken) [1]

Die Pilzmücken besitzen einen runden Kopf mit 2—3 Ocellen, lange vorstehende Fühler, 12—17gliedrig mit schlanken, nicht zusammengedrängten Gliedern; Rüssel meist kurz; Taster 3—4gliedrig; Brust oben gewölbt, ohne Quernaht; Hinterleib walzenförmig, 6—7ringelig; Hüften (mit Ausnahme von *Sciara)* stark verlängert; Flügel groß, ohne Discoidalzelle.

Die Larven sind walzenförmig, mit einem kleinen dunklen Kopf, meist augenlos, ohne Brustgräten und ohne Fußstummel, mit 8 Stigmenpaaren. — Die Puppe ist eine pupa obtecta, mitunter in einem Kokon eingeschlossen.

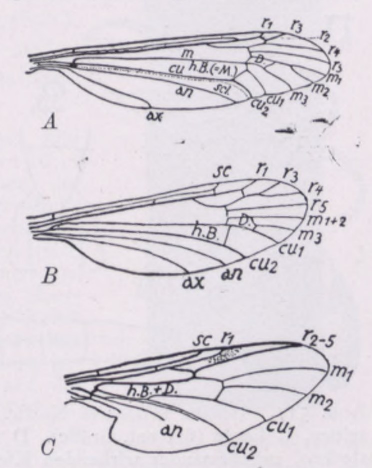


Abb. 516. Flügelgeäder verschiedener Nematoceren. A *Tipula*: *an* (Analis) und *ax* (Axillaris) sowie Discoidalzelle (D) vorhanden, *sc* mündet in den Radius r_1. B *Limnobia*: ebenso, aber *sc* mündet in die Costa. C *Bibio*: nur *an* (reduziert!) vorhanden, Discoidalzelle fehlt. Nach Enderlein

Die Mycetophiliden oder Pilzmücken stellen eine sehr artenreiche Familie mit meist kleinen bis höchstens mittelgroßen Formen dar. Der Name „Pilzmücke" rührt daher, daß die Larven vieler Arten in oder auf Pilzen leben; doch verschmähen sie auch andere vegetabilische Kost nicht und man findet sie auch unter Baumrinden, in morschem Holz, in moderndem Laub, mulmiger Erde, faulenden Pflanzenteilen usw. So sind die Mycetophiliden vor allem Bewohner des Waldes, der sie oft in ungeheuren Mengen beherbergt.

Über ihre ökologische Bedeutung in der Waldbiocönose sind wir noch recht wenig unterrichtet. Forstlich scheinen sie mehr oder weniger indifferent zu sein, insofern als Beschädigungen an Waldpflanzen durch sie bisher nicht bekannt geworden

[1]) Die Mycetophiliden sind in dem Lindnerschen großen Dipterenwerk dem Vorschlag Enderleins entsprechend in 2 Familien geteilt: die Fungivoridae und Lycoridae *(Sciaridae)*. Wir behalten hier die Mycetophiliden im bisher gebräuchlichen Umfang bei, ebenso den alten Namen *Sciara* (an Stelle *Lycoria*).

sind[1]); dagegen spielen sie durch ihren Larvenfraß als Zerstörer von Speisepilzen eine gewisse volkswirtschaftliche Rolle.

Außerdem bilden manche durch ihren Geselligkeitstrieb eine auffallende Erscheinung, von denen besonders eine Art (*Sciara militaris* Now.) dadurch eine gewisse Berühmtheit erlangt hat, daß deren Larven von Zeit zu Zeit in zusammengeschlossenen dicht gedrängten Massen Züge im Wald unternehmen („Heerwurm").

Hier sei nur auf diese „Heerwurm-Trauermücke" etwas näher eingegangen, da deren Larvenzüge dem Forstmann mitunter auf seinen Waldbegängen begegnen und sein Interesse erregen:

Sciara (Lycoria) militaris Now. (Heerwurm-Trauermücke)

Die Heerwurm-Trauermücke (Abb. 517 A) ist wie die meisten *Sciara*-Arten dunkel gefärbt (schwarz mit glänzendem Rückenschild, gelber Seitennaht des Hinterleibs und rußig braunen Flügeln), im weiblichen Geschlecht 4—4,5 mm, im männlichen 2,5—3,5 mm lang. Die erwachsene Larve ist ungefähr 11 mm lang und 1 mm dick, spindelförmig mit dunkelschwarzem, glänzendem, ziemlich kleinem Kopf (Abb. 517 C); in den ersten Stadien glashell mit durchscheinendem dunklerem Darminhalt, später vor der Verpuppung mehr gelblich und undurchsichtig werdend.

Die Larven leben in der feuchten Bodendecke unserer Wälder, mit Vorliebe in den Laubwäldern, doch auch in Nadelwäldern, sich vor allem von den vermodernden Blättern, dann auch tierischen Exkrementen, Humus usw. nährend. Die Verpuppung findet in der Bodendecke statt, die Puppenruhe dauert annähernd 8—12 Tage. Die Flugzeit fällt in den August. Die Weibchen legen ihre Eier haufenweise in die Bodendecke ab, wo sie überwintern. Die Mücken leben nur ganz kurze Zeit (1 bis 3 Tage).

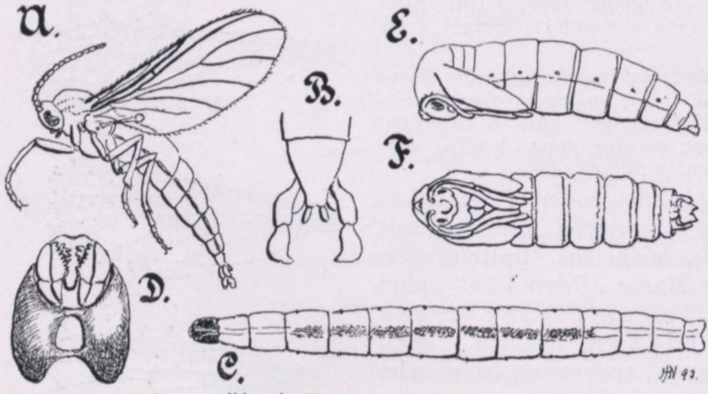


Abb. 517. *Sciara militaris* Nowic. A Männchen, B Haftzange desselben, C Larve (6/1 nat. Größe). D Kopf derselben von unten, um die starken, gegeneinander wirkenden Kiefer zu zeigen (24/1 nat. Größe). E und F Puppe von der Seite und von unten. Aus Nitsche

Besonders auffallend bei dieser Art ist die von Zeit zu Zeit auftretende Bildung des „Heerwurms": ungezählte Larven unternehmen gemeinsame Wanderungen, und zwar so dicht aneinandergedrängt, ja zusammengeklebt, daß der Eindruck eines einheitlichen Organismus entsteht. Diese „Heerwürmer" (auch „Waldwürmer" genannt) können 9—10 m lang werden bei einer Breite bis zu 15 cm und viele Hunderttausende von

[1]) Neuerdings wurde durch Versuche mit Topfpflanzen (Geranien, Primeln, Campanula, Begonien usw.) festgestellt, daß die Larven, wenn sonstige Nahrungsquellen versiegen, auch lebende ganz gesunde Pflanzen angreifen, die Wurzeln fressen usw.

Einzelindividuen enthalten; doch sind Züge unter 4 m die häufigsten [1]). Selten sieht man einen Zug allein, gewöhnlich immer mehrere zugleich. Beobachtete doch Beling an einem Tag (1. August 1867) nicht weniger als 46 Züge von 0,30—3 m Länge. Die Zeit des „Heerwurms“ liegt zwischen Ende Juni und Mitte August; austrocknende Sonnenstrahlen meidet er, er zieht am liebsten bei regnerischem, feuchtem, dunklem Wetter, womöglich sogar des Nachts und kann nahezu 1 m in der Stunde zurücklegen. Die meisten Berichte über den Heerwurm stammen aus Thüringen und dem Harz, doch sind auch in Bayern (Freudling 1923), in der Schweiz, in Ungarn, Rußland, Norwegen usw. Heerwurmzüge beobachtet worden; ebenso auch in Nordamerika, doch handelt es sich da um eine andere Art: *Sciara (Lycoria) fraterna*.

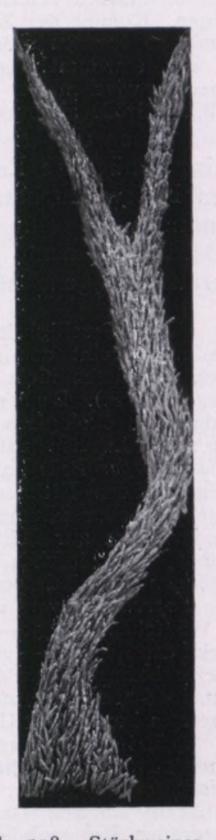


Abb. 518. Stück eines sogenannten „Heerwurms“ aus unzähligen Larven von *Sciara militaris* bestehend; der Zug gabelt sich vorne in zwei Arme

Daß eine so auffallende Erscheinung zu allerhand abergläubischen Vorstellungen im Volk geführt hat, ist nicht wunderzunehmen. Auch existiert eine reiche Literatur über den Heerwurm, die bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts zurückreicht. Es sei hier vor allem auf Bechstein (1851), Nowicki (1868) und Beling (1868—1879) verwiesen, wo zum Teil auch das alte Schrifttum berücksichtigt ist.

Über den Verlauf eines Heerwurmzuges sei hier einiges aus der anschaulichen Schilderung Nowickis (1868) gebracht: „Man stelle sich einen Klumpen der klebrigen Larven in ihrem Versteck unter der Streudecke vor in dem Augenblick, wenn sie voneinander getrennt da herauskriechen. Die zuerst erscheinenden ordnen sich neben- und übereinander dicht zusammen, setzen sich unverweilt in Marsch und bilden so den Anfang des Heerwurms, der durch die fortwährend nachrückenden Scharen an Ausdehnung zunimmt, bis er sich ganz formiert hat. Einer grauen Schlange gleich zieht er nun in dicht geschlossenen Gliedern im Walddunkel gleichmäßig auf der Oberfläche der Streudecke umher. Die klebrige Feuchtigkeit an den Leibern der Maden vereinigt dieselben so fest miteinander, daß sie gleichsam einen Körper bilden, der sich als solcher vom Boden abheben läßt. Die Fortbewegung des Heerwurms erfolgt in der Weise, daß die einzelnen Larven an den nächsten Gefährtinnen glitschend den Vorderkörper vorwärts strecken und den Hinterkörper nachziehen, wobei sie jedesmal einen Vorsprung von rund 1 mm erlangen, und indem so eine der andern nach derselben Richtung voraustritt, gleitet der ganze Heerwurm vorwärts, wobei eine eigentümliche Regsamkeit der einzelnen Individuen herrscht: die oberen drängen sich nämlich gegen die innerhalb des Zuges eingeschlossenen, diese wieder nach oben oder nach auswärts, dergleichen die untersten, die eine Zeitlang alle über ihnen befindlichen Larven tragen müssen usw.“

„Der ziehende Heerwurm kann gerade, aber auch mehr oder weniger stark gebogen oder schlangenartig gewunden sein [2]). Stößt er unterwegs auf ein Hindernis,

[1]) Die von Freudling (1923) in Bayern beobachteten Heerwürmer waren 0,60—6 m lang, am Vorderende $2^1/_2$—3 cm breit, nach hinten zu allmählich schmäler werdend und nicht selten in einer einzigen Made endigend.

[2]) Freudling beobachtete, daß die „Heerwürmer“ zuweilen „auf einer kreisähnlichen Bahn lautlos sich bewegten, alle nach ein und derselben Richtung orien-

einen Stein oder dergleichen, so teilt er sich vorne gabelförmig (Abb. 518), um sich meist gleich hinter dem Stein usw. wieder zu vereinigen. Treffen mehrere Züge, die annähernd in der gleichen Richtung verlaufen, zusammen, so vereinigen sich nicht selten dieselben, wodurch der Zug länger oder dicker wird. Kommen zwei in entgegengesetzter Richtung ziehende Heerwürmer zusammen, so kriechen die Anführerinnen übereinander, bilden hierdurch anfänglich einen Knäuel, der eine Weile wimmelt, bis die oberen Larven sich geordnet haben und in einer gewissen Richtung sich in Marsch setzen, worauf alle übrigen, zu einem Zug sich vereinigend, ihnen folgen. Kommt der Zug — infolge Müdigkeit, Bedürfnis nach Nahrung usw. — zur Ruhe, so trennen sich die Mitglieder des Heerwurms voneinander und ballen sich zu einem wimmelnden Klumpen zusammen, der dadurch, daß die unteren Larven einzeln zwischen der lockeren Nadelstreu tiefer in den Boden eindringen, allmählich an Größe abnimmt, bis er endlich ganz verschwindet."

Über die Ursachen der Heerwurmbildung haben wir bis heute noch keine genügende Erklärung. Beling, der wohl reichste Erfahrung über den Heerwurm hatte, möchte den Mangel an geeigneter Nahrung in Verbindung mit klimatischen Einflüssen für die Massenwanderung verantwortlich machen. Jedenfalls spielen aber auch, wie Fraenkel meint, vorausgegangene Massenvermehrungen eine Rolle dabei.

Der Geselligkeitstrieb ist übrigens nicht nur auf *Sciara militaris* beschränkt, sondern scheint den meisten anderen *Sciara*-Arten eigentümlich zu sein, wenn er auch bei diesen nicht zu den auffallenden großen Zügen führt (s. unten bei *Sciara gregaria* Bel.). Beling hat hierüber eingehende Beobachtungen gemacht, von denen einiges als ökologisch interessantes Vergleichsmaterial mitgeteilt sei. *Sciara bicolor* Mg.: Die Larven haufenweise im geschlossenen Buchenwald unter der Laubdecke. — *Sciara dispar* Bel.: Zahlreiche eng zusammengedrängte Larven unter der Rinde eines vermodernden Eichenstockes. — *Sciara glabricollis* Winn.: Ein zusammengeballter haselnußgroßer Klumpen Larven unter der Rinde einer im Jahre zuvor gefällten Kiefer, etwa zur Hälfte in der zernagten Rinde steckend. — *Sciara tremulae* Bel.: Wiederholt Häufchen bis zu 10 Stück dicht zusammengedrängt in den von *Saperda populnea* L. frisch verlassenen Gängen in Aspe, wo sie sich von den Exkrementen der *Saperda*-Larven und Nagespänen nährten. — *Sciara rufiventris* Meig.: Larven in Häufchen von 50—500 Stück klumpenförmig zusammengedrängt unter der Laubdecke des Bodens. — *Sciara arenaria* Bel.: Larven in einem auf Sandboden stockenden Kiefernbestand unter der Nadeldecke des Bodens, wo sie sich zu mehreren Hunderten gemeinschaftlich ein aus Nadelwerk, Sandkörnchen und ihren Exkrementen zusammengesetztes kompaktes Gespinst angefertigt hatten. — *Sciara carbonaria* Meig.: Larven im April in ungeheurer Menge in der humosen Erde einer jungen Anpflanzung auf einer zuvor mit Fichten bestockten, mit Nadelstreu bedeckten Fläche gefunden. — *Sciara socialis* Winn.: In individuenreichen Gesellschaften zusammen ziehende Larven in einem Buchenbestand unter der Laubdecke gefunden. — *Sciara gregaria* Bel.: Unter der Streulaubdecke eines alten Buchenbestandes an vielen Stellen und meist in großen, aus zahlreichen dicht zusammengedrängten Individuen bestehenden Gesellschaften, sich ähnlich verhaltend wie die Larven von *Sc. militaris*, Züge veranstaltend, die jedoch nur klein sind und unter der Streudecke verborgen bleiben, also nicht an der Oberfläche sichtbar werden. Außerdem fallen diese unterirdischen *gregaria*-Züge in die Frühjahrsmonate (im Gegensatz zu den Sommerzügen von *militaris*).

Literatur

über Mycetophiliden

Bechstein, L., 1851, Der Heerwurm. Nürnberg (Fr. Kornsche Buchhandlung). 82 Seiten. 1 Tafel.

Beling, 1868—1879, Der Heerwurm. Zoolog. Garten *9, 10, 12* u. *20*.

— — 1886, Beitrag zur Metamorphose der Zweiflügler-Gattung *Sciara* Mg. Wien ent. Ztg. *5*, 11—14, 71—74, 93—96 und 129—134.

---

tiert — ein vollkommenes Ganzes, das weder einen Anfang, noch ein Ende erkennen ließ".

Fraenkel, G., 1932, Die Wanderungen der Insekten. Ergebn. der Biologie 9, 1—237.
Freudling, O., 1923, Ein kleiner Beitrag zur Biologie der Heerwurmtrauermücke (*Sciara militaris*). Z. ang. Ent. 9, 147—151.
Landrock, K., 1930, *Fungivoridae.* In: Lindner, E., Die Fliegen der paläarktischen Region. 2. Stuttgart.
Lengersdorf, Fr., 1930, *Lycoriidae.* In: Lindner, E., Die Fliegen der paläarktischen Region. 2. Stuttgart.
Nowicki, M., 1868, Der Rogaliner Heerwurm. Brünn.

2. Fam. Bibionidae (Haarmücken)

Der Name „Haarmücken" rührt von der dichten Körperbehaarung her, die bei den meisten Arten deutlich sichtbar ist. Die Bibioniden sind kräftige Mücken von fast fliegenähnlichem Aussehen mit hochgewölbter Brust und starken Beinen (Abb. 519 A). Man sieht sie im Frühjahr und Sommer häufig allenthalben träge auf Pflanzen oder am Boden sitzen oder langsam mit lang herabhängenden Beinen fliegen, um sich bald wieder niederzulassen.

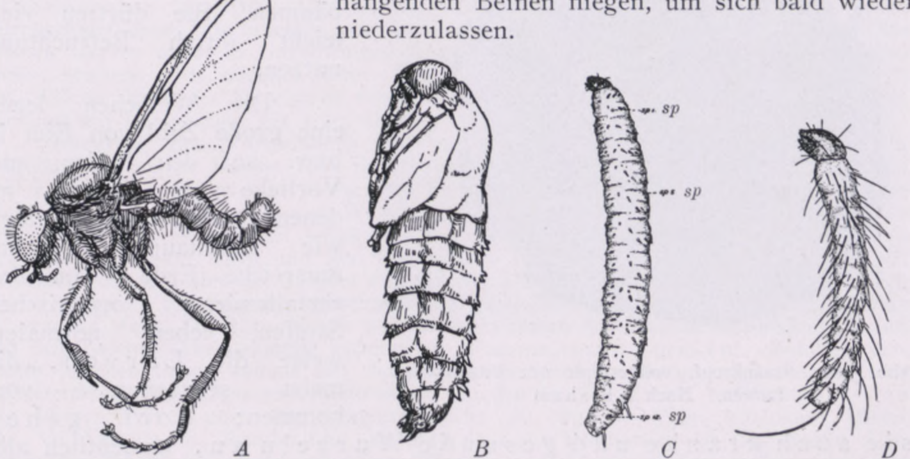


Abb. 519. *Bibio marci* L., A Imago, B Puppe, C ältere Larve, D Junglarve, sp Stigmen

Imago. Fühler gedrungen, homonom gegliedert (etwa 10 Glieder), die einzelnen Glieder sehr kurz und breit. Kopf mit meist deutlichen Ocellen und einfachen Netzaugen, die beim ♂ stark vergrößert sind, so daß sie fast den ganzen Kopf einnehmen. Mundteile nicht zum Stechen eingerichtet, Taster mehrgliedrig. Beine kräftig mit normalen kurzen Hüften und oft verdickten Schenkeln und Schienen, die Vorderschienen gespornt. Flügel mit einfachem und gegabeltem *Rs;* ebenso *M* und *Cu* meist gegabelt. Der behaarte Körper ohne Makrochaeten, schwarz, braun oder rot.

Larven raupenähnlich, mit deutlichem Kopf und kräftigen beißenden Mundwerkzeugen. Beim Larvenstadium sind zwei verschiedene Formen zu unterscheiden: die Junglarve mit nur 1 Paar Stigmen am 12. Segment und langen Borstenhaaren (Abb. 519 D), und die alte Larve mit 10 Paar Stigmen auf dem 1. und 3.—12. Segment und an Stelle der Borsten mit einer Anzahl starker konischer Fortsätze (Abb. 519 C). Das Endsegment ist außer durch zwei große Stigmen durch 4 lange dorsale Fortsätze, von denen das mittlere Paar besonders lang ist, ausgezeichnet. Die Puppe ist länglich, zylindrisch, nach hinten zu sanft spitz auslaufend, vorne abgestutzt, zuerst weiß, später Kopf und Thorax dunkel durchschimmernd (Abb. 519 B).

Es gibt mehrere hundert Arten von Bibioniden, über alle Faunengebiete reichend, die meisten in den gemäßigten Gebieten vorkommend. Die bekanntesten Arten sind:

Bibio hortulanus L. (Gartenhaarmücke): 8—9 mm lang, ♂ schwarz, an den Seiten des Mittel- und Hinterleibes weißlich behaart. ♀ mit gelblichrotem Brustrücken und Hinterleib, Flugzeit April-Mai;

Bibio marci L. (Märzenfliege): 11—13 mm lang, einfarbig glänzend schwarz, Flugzeit April oder auch schon März; und

Bibio johannis (Johannisfliege): 4,5—5,15 mm lang, schwarz, Beine rostgelb, Flugzeit Juni.

Bionomie. — „Die Mücken erscheinen im Frühjahr und Frühsommer oft in ungeheuren Massen. Bei gutem Wetter schwärmen sie, wobei Hinterleib und Beine in eigentümlicher Weise schlaff herabhängen; bei schlechtem Wetter setzen sie sich gern mit flach aufliegenden Flügeln unten an Blätter oder in Blüten von Bäumen, namentlich auch von Obstbäumen. Sie dürften vielleicht durch Befruchtung nutzen.



Abb. 520. Fasankropf, vollgestopft mit Bibioniden-Larven. Nach Abraham

Die Weibchen legen eine große Zahl von Eier in bzw. auf den Boden, mit Vorliebe an Stellen, an denen frischer Dünger liegt, wie überhaupt in humusreiche Erde. Von den zerfallenden organischen Stoffen leben normalerweise die Larven, die meist scharenweise vorkommen; doch gehen sie auch kranke und gesunde Wurzeln an, namentlich alle weichen, saftigen Knollen, Rüben usw., die Wurzelhaare und Haarwurzeln. Im allgemeinen halten sie sich in den obersten Bodenschichten auf und gehen auch im Winter nicht in die Tiefe (sie sind sehr unempfindlich gegen Kälte). Im Wald trifft man sie zuweilen in Massen selbst auf der Bodenoberfläche an, die sie dann platzweise dicht bedecken. Sie schaden nicht selten in Mistbeeten, aber auch in Gärten und selbst auf Feldern; besonders junge Pflanzen sind bedroht und erliegen ihnen leicht. Im Sommer und Herbst tritt der Schaden selten merkbar hervor, weil dann die Larven noch zu klein sind. Im Frühjahr wachsen sie sehr rasch, und entsprechend äußert sich ihr Fraß. Im April-Juni, je nach den Arten, verpuppen sie sich in der Erde" (Reh). Die Puppendauer beträgt rund 14 Tage (Morris 1917).

Als Parasiten gibt Morris (1922 b) eine Phoride an, *Hypocera incrassata* Mg. (s. unten S. 627). Unter den räuberischen Feinden werden genannt: Elateriden-Larven, Ameisen *(Myrmica rubra* L.) und andere Insekten, dann Vögel, die wohl die Hauptvernichter der Bibioniden-Larven sind, Stare, Krähen, Amseln, Finken und vor allem der Fasan. In dem Kropf eines auf der Nordseeinsel Langeoog erlegten

Fasans wurden nach Abraham (1936) nahezu tausend gut erhaltene Bibioniden-Larven gefunden (s. Abb. 520). Siehe auch Berry 1917.

Die Bibioniden-Larven treten oft in auffallenden Mengen in unseren Wäldern auf.

So wurden uns im November und Dezember 1930 und 1935 von mehreren oberbayerischen und schwäbischen Forstämtern Larven eingesandt, die unter ziemlich übereinstimmenden Verhältnissen angetroffen wurden: nämlich unter oder in der Streudecke, und zwar in dichten Anhäufungen (in „Knäueln" oder „Fladen"). An Stellen, wo der Boden anscheinend bis zur Oberfläche mit Wasser gesättigt war, haben sich die Larven fladenartig über der Bodendecke ausgebreitet, so daß überall im Bestand dunkel erscheinende Plätze zu sehen waren, als ob der Mineralboden freigelegt wäre, die aber bei genauem Zusehen als eine Masse sich lebhaft bewegender Larven sich erwiesen. In einem andern Fall wurden die Larven in einem Eichenhorst unter der Laubdecke in großer Menge vereinigt auf einem 1/2 qm großen Platz vorgefunden. Von einem Schaden war in diesen Berichten nichts erwähnt. Ein ähnlicher Bericht liegt nur von dem württembergischen Forstamt Güglingen vor: „Bei einer kürzlich durchgeführten Besichtigung von reinen Fichtenstangenhölzern auf Stubensand, die durch Schneedruck dieses Frühjahrs schwer gelitten haben, entdeckte ich, schreibt Forstmeister Linck, im November 1936, daß die ganzen Bestände auf dem Boden plätzeweise mit Bibioniden-Larven bedeckt waren. Die Plätze hatten einen durchschnittlichen Durchmesser von 50—80 cm und enthielten jeweils Tausende der kleinen Larven meist in ringförmiger Anordnung, wobei die Larven nicht durcheinander, sondern stets parallel liefen. Die Plätze fielen schon von weitem dadurch auf, daß an ihnen die Nadelstreu fehlte und der schwarze Humus frei lag. Die Bedeckung mit Larven war oft 2 cm hoch."

Ebenfalls aus Württemberg teilt mir Prof. R. Vogel (Stuttgart) brieflich folgendes mit: „Im Herbst 1935 besichtigte ich mehrfach mit Kollegen Lindner und Forstmeister Rümelin einen alten Fichtenbestand bei Stuttgart (im sogenannten ‚Schatten'), der in beispielloser Weise von *Lecanium hemicryphum* Datm. befallen war. Bei dieser Gelegenheit sahen wir zuerst größere Mengen von *Bibio*-Larven in der Nadelstreu. Im April und Mai traten dann ungeheure Mengen von Haarmücken in verschiedenen Teilen des Landes auf. In der Umgebung von Stuttgart war es nach E. Lindners Bestimmung vornehmlich *B. varipennis* Meig. und *B. marci* L., ferner *B. venosus* Meig. Im Rotwildpark bei Stuttgart traten die Mücken so massenhaft auf, daß ihre Leichen Abzugskanäle verstopften (Forstmeister Rümelin). Zahllose verwehte Mücken liefen damals auf den Stuttgarter Straßen herum und wurden hier zertreten. Ähnliche Massenvermehrungen wurden in Frankreich beobachtet, wo zu den obigen Arten noch die westeuropäische *B. anglicus* Verr. hinzukam (Brief Dr. Villeneuve, Rambouillet, an Lindner). Vermutlich ist das starke Auftreten der Mücke eine Folge günstiger Überwinterungsbedingungen, insbesondere des ungemein milden Winters 1935/36."

Vom thüringischen Forstamt Gerstungen wurde uns mitgeteilt, daß sich dort im Januar 1937 Bibioniden-Larven in großen Mengen in der verwesenden Laubschicht der Buchenwaldhölzer befanden, in dichten Klumpen unter der unverwesten Laubdecke beisammensitzend. Im Mai 1930 erhielten wir aus einem mittelfränkischen Forstamt Johannisfliegen (*B. johannis* L.) zugesandt, die sich massenhaft an den von *Lachnus fagi* L. stark besetzten Blättern und Trieben junger Buchenpflanzen aufhielten, wo sie augenscheinlich die starken Honigtauausscheidungen der Buchenwollaus anlockten. Ähnliches war auch in Wäldern der Umgebung Münchens mehrfach zu beobachten (siehe ferner Reh, S. 77, Fußnote 3, und Molz 1921, S. 96). In der Westpfalz trat *Bibio varipennis* Meig. (nach einer Bestimmung Dr. Engels, München) Anfang Mai 1936 in großen Mengen auf, die Sträucher und niedere Pflanzen in den Wäldern bedeckten und selbst auf den Straßen von Kaiserslautern überall anzutreffen waren (nach Mitteilung von Zwölfer).

Was die Bedeutung der Bibioniden für den Wald betrifft, so ist die Hauptbetonung auf die Rolle der Larven als Verzehrer organischer Substanz zu legen. Chr. Hofmann (1937) konnte durch Versuche zeigen, wie schnell und gründlich abgefallenes Buchenlaub von ihnen zerstört wird (Abb. 521). Durch diese Tätigkeit wird die Zersetzung des Buchenlaubes, die sonst meist lange Zeit be-

ansprucht, wesentlich beschleunigt. „Dadurch, daß sie durch ihren Kot zur Krümelung des Bodens beitragen, ihn umarbeiten und in seinem Gefüge auflockern und so für seine Durchlüftung sorgen, sind die Larven in der Lebensgemeinschaft des Waldes von außerordentlicher Wichtigkeit.“





Abb. 521. Fraß von Bibioniden-Larven an abgestorbenen Buchenblättern. Nach Chr. Hofmann

Demgegenüber tritt der Schaden durch Wurzelfraß im Forst erheblich zurück, wenn auch verschiedentlich Schäden in Saatbeeten vorkommen, wie uns die alljährlichen Einsendungen und Anfragen beweisen.

Nach Gillanders (Forest Entom. 1912) haben die Larven von *Bibio johannis* in England 50 000 zweijährige Lärchenpflänzchen durch Abfressen der Wurzeln getötet; die Larven von *B. marci* haben sich als schädlich an Eschensämlingen und jungen Nadelholzpflanzen bemerkbar gemacht.

Eine Bekämpfung wird hauptsächlich in landwirtschaftlichen Betrieben, wo die Bibioniden-Larven beträchtlichen Schaden zufügen können, notwendig werden. Da Stalldünger die Fliegen zur Eiablage anzieht, ist Düngung mit solchem zu vermeiden. Durch Ausstreuen von Stroh auf den Saatbeeten oder Aufstellen von Strohwischen können die Fliegen massenweise angezogen und dann verbrannt werden (Reh). Mit Arsen vergiftete Köder, wie Kartoffelscheiben oder Blätter, die ganz oberflächlich untergegraben werden, können viele Larven getötet werden. Böning (1931) erzielte gute Erfolge durch Begießen des Bodens mit einer Lösung:

1 % Tabakextrakt und 1 % Schmierseife in Wasser. Abraham (1936) empfiehlt für landwirtschaftliche Kulturen Kopfdüngung mit Kalkstickstoff bei feuchtem Wetter (1—1,5 Ztr. je 1/4 ha). In Rußland verwendet man gärenden Zuckersirup als Köder.

* * *

Nah verwandt mit den Bibioniden sind die **Scatopsidae,** von denen die in der Nähe von Düngerstätten und Aborten oft massenweise auftretenden kleinen schwarzen *Scatopse*-Arten als Hauptvertreter genannt seien.

Im Anschluß an die Bibioniden nennen wir noch kurz die **Rhyphididae** (auch *Anisopodidae*, Pfriemenmücken) mit der bekannten Fenstermücke *Rhyphus fenestralis* Scop., die einer Stechmücke ähnlich (aber leicht zu erkennen an den nackten pfriemenförmig zugespitzten Fühlern!), sich oft in unseren Wohnungen und Glasveranden an den Scheiben einfindet, und die **Blepharoceridae** (Netzmücken), deren sonderbare, stark abgeplatteten und mit abwechselnd großen und kleinen Leibesringeln und ventralen unpaaren Saugnäpfen versehenen Larven in rasch fließenden Gebirgsbächen vorkommen und deren ♀♀ zum großen Teil vom Raub anderer Insekten (kleiner Fliegen usw.) leben.

Literatur

über Bibioniden

Abraham, K., 1936, Fasanen als Helfer im Kampf gegen die Gartenhaarmücke. Anz. f. Schädlingskunde *12,* S. 36.

Berry, W., 1917, A Chair of Economic Ornithology. Scott. Naturalist *66.*

Böning, K., 1931, Versuche zur Bekämpfung der Larven der Gartenhaarmücke (*Bibio hortulanus* L.). Prakt. Blätt. f. Pflanzenbau u. -schutz *9.*

Duda, O., 1930, *Bibionidae.* In: Lindner, Die Fliegen der paläarktischen Region *2,* 1, 74 S., 29. Abb. u. 2 Taf.

Edwards, F. W., 1925, A Synopsis of British *Bibionidae* and *Scatopsidae (Diptera).* Ann. appl. Biol. *12,* No. 2.

Escherich, K., und Schedl, K., 1936, Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. III. Bericht (f. 1930). Forstw. Centralbl. *58,* S. 46.

Hofmann, Chr., 1937, Bibionidenlarven als Verzehrer abgestorbenen Laubes. Forstwiss. Centralbl. *59,* S 227—229.

Molz, E., 1921, Weitere Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Gartenhaarmücke (*Bibio hortulanus* L.). Ztschr. f. ang. Ent. *7,* S. 92—96.

Molz, E., und Pietsch, W., 1914, Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Gartenhaarmücke (*Bibio hortulanus* L.) und deren Bekämpfung. Zeit. f. wiss. Ins. Biol. S. 98—115 u. 121—125.

Morris, H. M., 1917, On the Larval und Pupal Stages of *Bibio johannis* L. Ann. appl. Biol. *4,* No. 3.

— — 1921, The larval and pupal Stages of Bibionidae. Bull. Ent. Res. *12,* Pt. 3.

— — 1922 a, Dasselbe. Part II. Ebenda *13,* Pt. 1.

— — 1922 b, On the Larva and Pupa of a Parasitic Phorid Fly, *Hypocera incrassata* Mg. Parasitology *14,* No. 1.

Reh, L., 1932, Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. Zweiter Teil. In: Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten *5.*

3. Fam. Cecidomyidae (Gallmücken)

Allgemeines

Die Gallmücken (Abb. 522) sind kleine bis sehr kleine zarte Mücken, die vor allem durch die großen, meist durch eine Brücke verbundenen Augen, den Bau der Fühler und das Flügelgeäder charakterisiert sind. Die Fühler bestehen aus zwei Grundgliedern und 4—30 Geißelgliedern, deren jedes zwei Anschwellungen (Knoten) zeigen kann und mit Wirteln von Haaren, Schuppen, Schleifen aller Art geschmückt ist (Abb. 523 A). Das Flügelgeäder (Abb. 523 B) ist sehr einfach und wird von nur 2—6 Längsadern und gewöhnlich noch einer kurzen Querader gebildet. Die Flügel sind breit und an den Rändern mit einem Haarsaum besetzt. Die Männchen mit

Haltezange (Abb. 523 C) am Hinterende, die Weibchen mit Legeröhre (Abb. 575 E), die meist weich und daher nicht geeignet zum Anbohren von Pflanzenteilen ist. Nur verhältnismäßig wenige Arten besitzen eine weit vorstreckbare und zum Teil harte Legeröhre, mit der sie ihre Eier zwischen dicht aneinanderliegenden Pflanzenteilen bzw. in solche legen können.

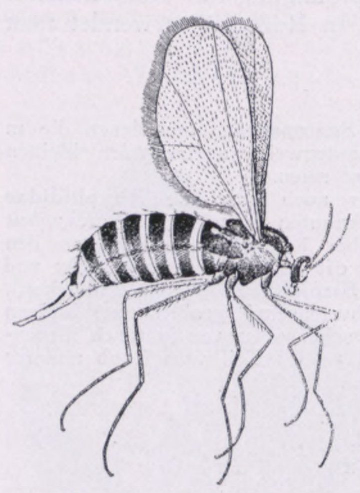


Abb. 522. Eine weibliche Gallmücke (*Helicomyia saliciperda* Duf.). Nach Rübsaamen

Die Eier sind sehr verschieden gestaltet, meist mehr oder weniger zylindrisch, wobei sie 2—7mal so lang als breit sein können; auch ovale Formen kommen vor, und manche Arten haben gestielte Eier (Abb. 524). Ihre Färbung ist meist rot oder weiß, oft sind sie zuerst weiß, seltener gelb, und nehmen erst später eine andere Färbung an. Ihre Größe ist sehr verschieden, im Durchschnitt sind sie 0,30 mm lang. Kieffer gibt für verschiedene Arten folgende Maße an: 0,17 : 0,09 oder 0,60 : 0,20 oder 0,40 : 0,06. Die Zahl der Eier schwankt je nach den Arten zwischen 60 und 300; doch dürften die meisten Arten 100—150 Eier produzieren.

Die Eier der pädogenetisch sich fortpflanzenden Arten (s. unten) sind viel größer und erreichen mitunter die Länge des Abdomens. Dagegen ist ihre Zahl viel geringer.

Die Larven (Abb. 525), die schon bald, oft schon wenige Stunden nach der Eiablage schlüpfen, sind anfangs meist völlig farblos und werden später, ähnlich wie die Eier, weißlich, rötlich, oder gelblich. Sie sind 14ringelig (1 Kopf-, 1 Hals-, 3 Brust- und 9 Hinterleibsringe) und werden rund 2—3 mm lang. Die Haut ist glatt oder mit verschiedenartigen Papillen und borstentragenden Warzen besetzt. Fühler 2gliedrig, Augen fehlen, Mundteile rudimentär; dagegen befindet sich ventral am 3. (= 1. Brust-) Ring bei den meisten Arten die sogenannte „Brustgräte“ (Spatula), die in der Systematik eine wichtige Rolle spielt: sie besteht aus einer länglichen chitinisierten Platte, die an beiden Enden mehr oder weniger verbreitert ist und deren vorderes Ende aus der Haut hervorragt, hier in einen oder mehrere Zähne auslaufend. Manchmal sind Stummelfüße vorhanden, die zur Fortbewegung dienen.

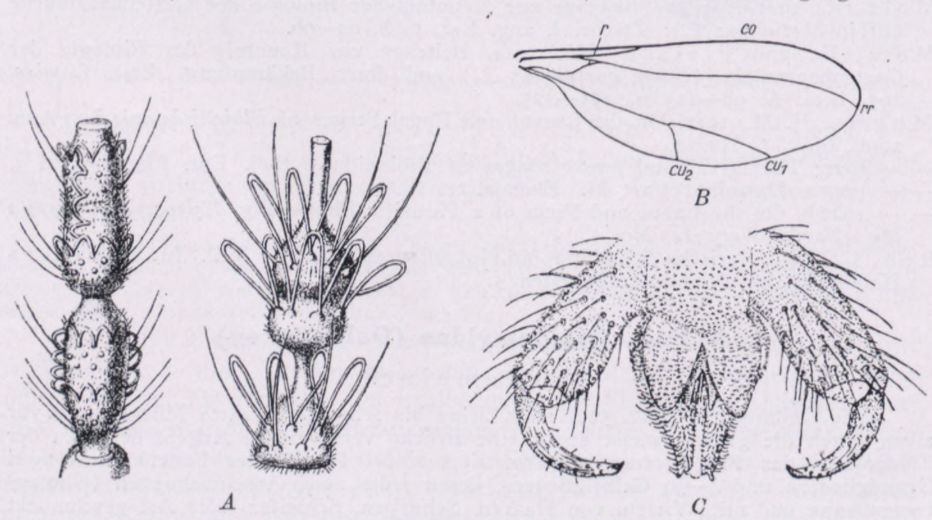


Abb. 523. A Beispiele der Beborstung usw. der Fühler; B Flügelgeäder (co = Costa, r = Radius, rr = Ramus radii, cu = Cubitus); C der äußere Geschlechtsapparat (Haltezangen) eines Gallmücken-♂ (*Helicomyia*). Nach Kieffer, Hedicke, Rübsaamen

Stigmen sind 9 Paar vorhanden, am 3. und 6.—13. Ring; sie ragen meist über die Oberfläche hinaus. Das Hinterende der Larve ist sehr verschiedenartig gebildet, mit Warzen, Zähnen oder Dornen und Borsten besetzt (Abb. 526) und bietet dadurch für den Systematiker gute Unterscheidungsmerkmale neben der Form der Brustgräte und der Zahl und Art der Hautpapillen (s. hierüber R ü b s a a m e n, 1891 a). Die Form der Gallmückenlarven ist meist länglich oval, doch kommen auch breit ovale und andererseits auch langgestreckte bis zylindrische Gestalten vor. Meist sind die Larven weichhäutig.

Abb. 524. Verschiedene Formen von Gallmücken-Eiern. Nach Kieffer

Kopf
Hals
Brustgräte (Spatula sternalis)
3, 4, 5: Thorakalsegmente
6—14: Abdominalsegment
Fühler
Collarpapillen
Vordere Sternalpapillen
Pleuralpapille
Lateralpapillen
Mittlere Sternalpapillen
Hintere Sternalpapillen
Ventralpapillen
Gürtelwarzen
Stigma
Ventralwarzen
Innere Pleurapapille
Äußere Pleurapapillen
Ventralwarzen
Gürtelwarzen
Ventralpapillen
Stummelfüße (Pedes spur.)
Afterspalt
Analborsten

Abb. 525. Ventralansicht einer *Dichelomyia*-Larve Nach Rübsaamen

Die Larven vieler Arten haben die Fähigkeit, sich ziemlich weit emporzuschnellen, zu „s p r i n g e n", wobei wohl die Brustgräte eine Rolle spielt. Nach P r e l l s Schilderung krümmt sich die Larve bogenförmig, bis sie mit ihrem Hinterende bzw. ihren dort befindlichen Chitinzähnen an dem vorspringenden Teil der Brustgräte einen festen Halt gefunden hat (Abb. 527). Dann kontrahiert sich die dorsale Längsmuskulatur, wodurch einerseits die Spannung des Bogens wächst, andererseits der Halt, welchen das Hinterende an der Brustgräte findet, sich verringert, bis jenes ganz abgleitet und der Körper der Made zurückschnellt. P r e l l erblickt in dem „Springen" eine Fähigkeit, welche gegenüber dem Kriechen der Maden (Gefahr des Festklebens!) ein rascheres Einbohren in den Boden ermöglicht.

Man kann 3 Lebensstadien der Larve unterscheiden: das W a n d e r s t a d i u m, in dem sie vom Ei zur Nahrungsstelle kriecht, das E r n ä h r u n g s s t a d i u m und das R e i f e s t a d i u m (in dem bei manchen Arten erst die Brustgräte auftritt). Die Ernährung geschieht nicht durch „Abweiden" (Mangel an beißenden Mundwerkzeugen!), sondern durch Saugen aus saftigen Zellen ihrer Umgebung.

Die Gallmückenlarven sind in ihrer L e b e n s w e i s e sehr vielseitig; wir können sie danach in folgende biologische Gruppen einteilen:

1. Z o o p h a g e A r t e n : nur ganz wenige von diesen leben



Abb. 526. Verschiedene Formen der Analsegmente von Gallmückenlarven. a *Contarinia loti* Deg., b *Plemeliella beticulicola* Kffr. Nach Hedicke



Abb. 527. Larve einer *Diplosis*-Art in Sprungstellung. Nach Prell

als echte Parasiten, die meisten nähren sich als Räuber von Pflanzenläusen, anderen Gallmücken oder Milben;

2. Saprophage Arten: leben von Insektenkot oder von faulenden Pflanzenteilen; und
3. Phytophage Arten: Bei ihnen können wir 3 Untergruppen unterscheiden, nämlich
   a) solche, die auf oder in höheren Pflanzen leben ohne Gallen zu erzeugen,
   b) solche, welche als Einmieter in anderen Gallen (von verschiedenen Insekten, auch von anderen Gallmückenarten erzeugten) leben, und endlich
   c) solche, welche selbst Gallen erzeugen.

Hier interessieren uns hauptsächlich die letzteren, die Gallenerzeuger. Die zoophagen Larven lassen sich von den phytophagen schon durch die langgestreckte Form unterscheiden (Abb. 528).

Die Verpuppung kann auf der Pflanze oder im Boden stattfinden, und zwar in dreierlei Weise: entweder frei (in der Galle) oder in einem vorher verfertigten Kokon oder aber in der zu einem Tönnchen (Scheinpuppe) umgebildeten vorletzten Larvenhaut, in der (wie z. B. bei der Hessenfliege) das letzte Larvenstadium oft lange unverändert liegt, um sich erst kurz vor der Schwärmzeit der Mücken in ihr zu verpuppen. An der Puppe fallen besonders die Atemröhrchen auf und die meist vorhandenen Bohrhörnchen, die an der Basis der Fühlerscheiden hornartig vorgezogen und scharf zugespitzt (Abb. 529) als Bohrapparate zur Befreiung aus ihrer Puppenwiege dienen. Die Puppenruhe ist nur kurz und dauert gewöhnlich nicht länger als 14 Tage.

Die Generation ist meist einjährig, wobei die längste Zeit auf das Larvenstadium entfällt. Verschiedene Arten haben mehrere Generationen im Jahr, deren letzte in der Regel in der Erde, und zwar meist als Larve überwintert. Andererseits gibt es auch Arten mit 2—3jähriger Generation.



Abb. 528. Die vorderen Segmente: a einer phytophagen, b einer zoophagen Cecidomyiden-Larve (*Arnoldia* und *Arthrocnodax*) Nach Rübsaamen

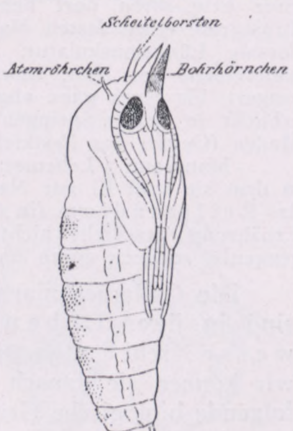


Abb. 529. Puppe einer Gallmücke (*Helicomyia saliciperda* Duf.) mit Bohrhörnchen und Atemröhrchen. Nach Rübsaamen

Parthenogenese ist bisher bei den Gallmücken nicht beobachtet; dagegen kommt bei einigen Arten Pädogenesis (s. Bd. I, S. 127) vor, verbunden mit Generationswechsel (bei saprophagen Arten, wie *Oligarces, Miastor* usw.) [1]).

Die durch Cecidomyiden hervorgerufenen Gallen und Mißbildungen an Pflanzen sind entsprechend der großen Zahl von Gallmückenarten sehr verbreitet, auch auf Forstpflanzen.

Sie kommen an allen oberirdischen Pflanzenteilen vor in den verschiedensten Formen von oft recht kompliziertem Bau. Von einfachen Faltungen und Rollungen der Blätter oder Blattränder, von Deformationen der Blüten, Verkürzungen der Sproßspitzen mit gleichzeitiger Deformation von Blättern (Blattrosen) bis zu starken Sproßanschwellungen und typischen Gallen mit abgeschlossenen Larvenkammern finden sich alle nur denkbaren Formen [2]). Die einzelnen Formen der Gallen bzw. die Art der Mißbildungen sind für die einzelnen Arten charakteristisch, so daß wir in den meisten Fällen imstande sind, nach ihnen allein die Art zu bestimmen. Für die Praxis kommt in der Hauptsache auch nur dieser Weg der Identifizierung in Frage, da die Bestimmung der Imagines oder der Larven sehr schwierig und am besten den Spezialisten zu überlassen ist. Wir werden denn auch in der folgenden Behandlung der einzelnen Arten auf eine eingehende Beschreibung der Imagines und Larven im allgemeinen verzichten und uns vor allem mit der Bionomie und der Gallbildung beschäftigen.

Unter den Forstpflanzen werden von den Cecidomyiden die Laubbäume bevorzugt und unter diesen nehmen die Weiden mit über 30 Arten die erste Stelle ein (wie die Eiche bei den Cynipiden), dann folgen Pappel und Zerreiche mit je 6, Ahorn, Linde und Buche mit je 5 Arten, Esche mit 4, Birke und Hasel mit je 3 und Erle und Ulme mit 2 Arten. Von den Nadelhölzern ist *Juniperus* an erster Stelle zu nennen, auf der 5 verschiedene Arten festgestellt wurden, dann folgen Kiefer und Fichte mit je 3, Tanne mit 2 und endlich Lärche und Eibe mit je 1 Art.

Trotz des häufigen Vorkommens haben die Gallmücken auf forstlichem Gebiet als Schädlinge keine allzugroße wirtschaftliche Bedeutung: von größeren Schäden werden vor allem Weidenkulturen betroffen, an Nadelholz können einige Arten durch Zerstören des Samens und durch Abtöten von Knospen und von Nadeln schädlich werden. Doch treten diese Schäden gegenüber den von anderen Forstinsekten, wie Raupen, Käfern, Blattwespen usw. hervorgerufenen wesentlich in den Hintergrund [3]).

---

[1]) Über die außerordentlich interessanten Verhältnisse liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Es sei besonders auf die Arbeiten von Kahle (1908) und Ulrich (1935) verwiesen, in denen auch ausführliche Literaturverzeichnisse gegeben werden. Nach Ulrich sind es äußere Einflüsse, die die Larven zur Ausbildung der bisexuellen Imagogeneration veranlassen. Bleiben diese Einflüsse (z. B. bestimmte Nahrungsqualität) aus, so kann die Fortpflanzung lange Zeit rein auf pädogenetischem Wege geschehen.

[2]) Über die physiologische Seite der Gallbildung (Art des Reizes auf das Pflanzenwachstum) sind wir noch wenig unterrichtet (s. darüber bei den Gallwespen, S. 380).

[3]) Dagegen können die Gallmücken auf landwirtschaftlichem Gebiete schwere Verluste verursachen und zu ganz schlimmen Schädlingen werden (wie z. B. die „Hessenfliege“, Weizengallmücke u. a.).

Andererseits deutet das massenhafte Vorkommen ihrer Larven im Waldboden bzw. der Streu darauf hin, daß sie noch eine andere, nützliche Rolle in der Waldbiocönose (Zersetzung der Streu) spielen. Viele der Larven werden sich wohl räuberisch von anderen Streubewohnern nähren.

Den Gallmücken, vor allem den Larven und Puppen, steht ein großes Heer von Feinden gegenüber. Neben Vögeln, Ameisen und anderen Räubern sind es vor allem Schlupfwespen, welche die Nachkommenschaft stark dezimieren; dann auch die nächsten Verwandten, nämlich carnivore Cecidomyiden-Larven[1]).

Systematik

Auf das System der Gallmücken näher einzugehen, ist hier aus den oben angegebenen Gründen nicht der Platz (s. S. 527). Wir begnügen uns, die Haupteinteilung in die 3 Unterfamilien zu geben:

Familie Cecidomyidae

1. Erstes Tarsenglied verkürzt; Flügel mit 3—4 Längsadern. Unterfamilie Cecidomyinae
1' Erstes Tarsenglied nicht verkürzt 2
2 Flügel mit höchstens 3 Längsadern. Unterfamilie Heteropezinae
2' Flügel mit mehr als 3 Längsadern. Unterfamilie Lestreminae

Für uns kommt nur die 1. Unterfamilie der *Cecidomyinae* in Betracht, da ihr die Gallenbildner angehören, während die *Heteropezinae* und die *Lestreminae* hauptsächlich saprophytisch und räuberisch lebende Cecidomyiden enthalten, über deren Bionomie wir noch sehr wenig wissen.

Die Unterfamilie der *Cecidomyinae* wird auf Grund der Klauenbildung, der Fühler, des Flügelgeäders usw. wieder in eine Anzahl Gruppen und Abteilungen mit vielen Gattungen zerlegt. Wir müssen auf eine Charakterisierung der einzelnen Gattungen hier verzichten — die Bestimmung ist, wie gesagt, sehr schwierig und setzt große Erfahrung voraus —, können aber nicht umhin, an Stelle des in forstentomologischen Werken bisher gewöhnlich gebrauchten Sammelnamens *Cecidomyia* die neuen Gattungsnamen anzuwenden, da sonst ein Zurechtfinden in der neuen Literatur nicht mehr möglich ist.

Allgemeine Literatur

über Gallmücken

Houard et Darboux, 1908 u. 1909, Les Zoocédies des Plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée. 2 Bände. Paris.
Kahle, W., 1908, Die Pädogenesis der Cecidomyiden. Zoologica Heft 55. Mit 38 Abb. u. 6 Tafeln. Stuttgart, E. Schweizerbartsche Verlag.

[1]) Wie sehr die Feinde überhandnehmen können, habe ich selbst erfahren müssen beim Studium einer Weißtannengalle. Weder mir noch meinem Kollegen Wimmer ist es bis jetzt gelungen, den Erzeuger der Galle zu erhalten, obwohl uns ein großes Material zur Verfügung stand. Was aus demselben auskam, waren fast nur Schlupfwespen, und als endlich eine Cecidomyide erschien, war es die Imago einer carnivoren Art, deren Larve also ebenfalls an der Vernichtung des Gallenerzeugers beteiligt war. Auch v. Tubeuf, der sich 30 Jahre später mit der Weißtannen-Gallmücke beschäftigte, machte die gleichen Erfahrungen.

Kieffer, J. J., 1900, Monographie des Cécidomyides d'Europe et d'Algérie. Ann. Soc. Ent. de France *69*, 181—472 (30 Taf.).
— — 1913, Cecidomyidae. In: Wytsman, Genera Insect. Fasc. *152*.
Prell, H., 1916, Das Springen der Gallmückenlarven. Z. f. wiss. Ins. Biol. 2. Folge *12*.
Ross, H., und Hedicke, H., 1927, Pflanzengallen Mittel- und Nordeuropas. 2. Aufl. Jena, Gustav Fischer.
Rübsaamen, Ew. H., 1899, Über die Lebensweise der Cecidomyiden. Biol. Centrbl. *19*, 529—549, 561—570, 593—607.
— — 1891 a, Über Gallmückenlarven. Berl. ent. Z. *36*, 381—392.
— — 1891 b, Neue Gallmücken und Gallen. Ebenda 393—406.
— — 1892, Die Gallmücken des Königl. Museums für Naturkunde zu Berlin. Ebenda *37*, 319—406. (Mit 12 Taf.).
— — 1915, Cecidomyidenstudien IV. Sitzungsber. Ges. naturforsch. Freunde Berlin Nr. 10, 485—567.
Rübsaamen, H., und Hedicke, H., 1925, Die Cecidomyiden (Gallmücken) und ihre Cecidien. Zoologica *29*, Heft 77.
Scheidter, F., 1916, Tierische Schädlinge an Gehölzen. Mitt. Dtsch. Dendrolog. Ges. S. 213 u. 217.
Springer, F., 1915, Über den Polymorphismus bei den Larven von *Miastor metraloas*. Zool. Jahrb. *40*.
Ulrich, H., 1936, Experimentelle Untersuchungen über den Generationswechsel der heterogenen Cecidomyide *Oligarces paradorus*. Zeit. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre *61*.
Winnertz, J., 1853, Beitrag zur Monographie der Gallmücken. Linnea Entomologica Stettin *8*, 154—324. (Taf. I—III.)

Die forstlich beachtenswerten Cecidomyiden

Auf Forstpflanzen sind bis jetzt in Mittel- und Nordeuropa rund 100 Cecidomyiden-Arten festgestellt. Von ihnen ist aber nur ein kleiner Bruchteil durch Schaden oder häufiges Vorkommen forstlich so beachtenswert, daß sie hier eingehender berücksichtigt zu werden verdienen [1]). Wir werden diese im folgenden nach den Wirtspflanzen besprechen.

A. Cecidomyiden an Laubholzpflanzen

1. An Weiden

Wie von den Gallwespen die Eichen bevorzugt werden (s. oben S. 379), so von den Gallmücken die Weiden. Sind doch in unserem Faunengebiet rund ein Drittel aller Cecidomyiden-Gallen auf den verschiedenen Weidenarten zu finden. Einige von ihnen treten zuweilen so häufig auf, daß sie wirtschaftliche Verluste in Weidenkulturen verursachen. Die Angriffe erfolgen auf alle oberirdischen Teile der Pflanze, wie Knospen, Sproßachse, Blätter und Blüten. In der folgenden auf Ross-Hedickes Tabellen beruhender Übersicht werden nur die forstlich mehr oder weniger beachtenswerten, bzw. in der forstlichen Literatur erwähnten Arten berücksichtigt:

Übersicht

1 An Knospen 2
— An der Sproßspitze 3
— An der Sproßachse 6
— An Blättern 10
— An Blütenständen 11

[1]) Wer sich auch für forstlich indifferente Arten interessiert, kann sich nach dem ausgezeichneten Bestimmungsbuch von Ross und Hedicke (1927) leicht Aufschluß über die einzelnen Arten verschaffen.

2 Mehrere abnorm behaarte Knospen an der auf etwa 15 mm Länge keulenförmig angeschwollenen, mehr oder weniger verkürzten und abnorm behaarten Sproßspitze. An *Salix aurita, caprea, cinerea, nigricans.* Larve rot, Verpuppung in der Galle . . . . Rhabdophaga clavifex Kieff.

— Blattkissen und benachbarte Teile der Sproßachse mehr oder weniger gekrümmt und hin und her gebogen. An *Salix aurita, caprea, cinerea, purpurea* (?), *silesiaca.* Larve blaßrot, Verpuppung in der Galle, die Imago verläßt die Galle durch die Knospe . . . . Helicomyia pulvini Kieff.

3 Jüngste Blätter an der Sproßspitze fest zusammengerollt, verdickt, aufrecht stehend, einen spindelförmigen Schopf bildend, mehr oder weniger abnorm behaart (Abb. 530). Später vertrocknend. An *Salix alba, fragilis, hastata, pentandra, purpurea, repens, triandra.* Larve orangerot, Puppe in der Galle oder in der Erde. Rhabdophaga rosaria H. Lw.

— Durch Verkürzung der Sproßachse Blätter an der Spitze dicht gehäuft, eine Rosette bildend („Weidenrosen"). Blätter meist sitzend, mehr oder weniger verkürzt und verbreitert 4

4 Rosette nicht abnorm behaart, meist über 15 mm groß (Abb. 531). Sproßachse unterhalb der Galle oft abwärts gekrümmt oder fast spiralig gedreht (bei *Salix purpurea* geschlossen, Lärchenzapfen ähnlich). An allen Weidenarten, besonders aber an *S. caprea* und *purpurea.* Larve blaßrot, Verpuppung in der Galle. Rhabdophaga rosaria H. Lw.

— Rosette mehr oder weniger abnorm behaart 5

5 Rosette locker, nicht über 10 mm groß, Blätter am Grund behaart. An Haupt- und Seitensprossen vorkommend. An *Salix aurita, purpurea, caprea, repens* und *triandra.* Larve gelblich, Verpuppung in der Galle. Rhabdophaga heterobia L. Lw. (Sommergeneration)

— Rosette fester, stark behaart, länglich oder rund, bis 15 mm groß. An *Salix aurita, caprea, cinerea.* Larve orangerot, Verpuppung im Boden. Dasyneura iteobia Kieff.

6 Achsen an der Sproßspitze verdickt, kantenförmig angeschwollen bis zu 15 mm Länge. Abnorm behaart. Häufung abnorm behaarter, mißgebildeter Knospen (s. oben unter Nr. 2) . . . . Rhabdophaga clavifex Kieff.

— Achsen an beliebigen Stellen verdickt 7

7 Mehr diffuse, oft weit ausgedehnte, doch verhältnismäßig schwache Anschwellungen der Sproßachse, meist mit Rindenverletzungen 8

— Starke, scharf abgegrenzte, sehr auffallende Verdickungen der Sproßachse . . 9

8 Besonders an einjährigen Sproßachsen zylindrische oder spindelförmige Anschwellungen bis 20 mm lang und 3 mm dick. Larvenkammern im Mark. An *Salix aurita, caprea, cinerea, purpurea* und *repens.* Larve gelb, Puppe in der Galle . . . . Rhabdophaga karschi Kieff.

— Meist an älteren Sproßachsen; lockere, einseitige oder allseitige meist weit ausgedehnte und nicht scharf abgegrenzte Anschwellungen, durch Wucherungen der äußersten Teile des Holzkörpers entstanden. In diesen befinden sich die sehr zahlreichen, mehr oder weniger parallel zur Längsachse stehenden Kammern. Die Rinde platzt auf, stirbt ab und fällt ab (Abb. 537). An allen Werden, besonders an *S. alba* und *purpurea* („Weidenrutengallmücke"). Helicomyia saliciperda Duf.

9 Galle scharf abgegrenzt, vielkammerig, rundlich oder länglich. Bis 15 mm lang und 10 mm breit. Oft zu mehreren an einer Rute und miteinander verschmelzend (Abb. 538). An einjährigen Achsen. Die Rinde platzt auf und löst sich los. Kammern im Mark, in den Markstrahlen und der Rinde. An allen Weiden, besonders *S. aurita* und anderen breitblättrigen Arten. Larve gelbrot, Verpuppung in der Galle . . . . Rhabdophaga salicis Schrk.

— Ähnliche Anschwellungen, spindelförmig oder rundlich. Kammern nicht deutlich gesondert. Gallenoberfläche glatt. An *Salix aurita, caprea, cinerea, helvetica* und *repens.* Larve zitronengelb . . . . . . Rhabdophaga dubia Kieff.

10 Am Stiel oder den Hauptnerven der Blätter. Galle mehrkammerig, länglich oder rundlich, mehr oder weniger unregelmäßig, holzig, auf beiden Seiten sichtbar; oben rot, unten gelb. In jeder Kammer eine Larve. An *Salix aurita, calodendron, caprea, cinerea, pentandra* u. a. Larve rot, Verpuppung im Boden. Iteomyia capreae major Kieff.

— Auf der Blattfläche rundliche bis 2,5 mm große einkammerige Gallen, auf beiden Seiten gleichmäßig hervortretend. Gelblich, oft rot oder violett geadert. Unter-

seits die kleine rundliche Öffnung. An allen Weiden, besonders an *S. caprea*. Larve anfangs weiß, später orangefarben und zuletzt rot; Verpuppung im Boden.
Iteomyia capreae Winn.

— Am Blattrand. Stark verdickte Rollung des Blattrandes nach unten, fest, zerbrechlich; bleich, mehr oder weniger gelb oder rot gefleckt (Abb. 540). An allen Weiden, besonders *S. purpurea* und *viminalis*. Larven zahlreich, Verpuppung im gerollten Blatteil . . . . . Dasyneura marginemtorquens Winn.

11 Blütenkätzchen an der vergallten Stelle (meist der Spitzenteil) stark verdickt. Staubfäden verlängert und verdickt, mit dichter, weißer, wolliger Behaarung. An *Salix triandra*. Larven orangerot (s. oben unter 5).
Rhabdophaga heterobia H. Lw. (Frühjahrsgeneration)

* * *

Von den in der Übersicht genannten Weidengallmücken sollen nur die Arten, die bisweilen als wirtschaftliche Schädlinge auftreten, näher besprochen werden.

a) Mißbildungen an den Sproßspitzen

Rhabdophaga terminalis H. Löw.

Syn. *Cecidomyia terminalis* H. Löw.

Galle: Die jüngsten Blätter an der Sproßspitze fest zusammengerollt, verdickt, aufrechtstehend, einen spindelförmigen, mehr oder weniger abnorm behaarten, zunächst rötlich und schließlich schwärzlich werdenden Schopf bildend [1]) (Abb. 530). Kommt nach Ross-Hedicke an *Salix alba, fragilis, hastata, pentandra, purpurea, repens* und *triandra* vor. Barnes (1932) dagegen fand sie in England nur an *coerulea* und *alba var. vitellina,* und er setzt Zweifel in die Angaben früherer Autoren über die ausgesprochene Polyphagie, da in seinen Versuchen weder *purpurea* noch *triandra* angegangen wurde (s. auch unten bei *saliciperda* S. 534).

Die ersten Mücken erscheinen nach Barnes im Mai; es erfolgen mehrere Generationen (4—5), der letzte Flug ist im September. Die Eiablage findet wenige Minuten nach der Copula statt. Die Eier werden gewöhnlich an die Endknospen, zwischen die unentfalteten Blätter gelegt, gelegentlich auch an die Basis von Seitenknospen oder von Blattstielen, oder auch an die Galle von *Rh. rosaria* (in der dann die Larven als Inquilinen leben). Die Larven schlüpfen in etwa 8 Tagen. Die Larven der Sommerbruten (bis 40 Larven in einer Galle) verpuppen sich meist in den Gallen, die der letzten Generation gehen in den Boden zur Verpuppung und Überwinterung.



Abb. 530. Galle von *Rhabdophaga terminalis* H. Löw. Nach Trägårdh

Rh. terminalis tritt oft im Verein mit *Rh. heterobia* (s. unten) epidemisch und schäd-

[1]) Mitunter kommen auch abweichende Gallformen vor: wenn nämlich die Ei- bzw. Larvenentwicklung durch Witterungseinflüsse zurückgehalten wurde, so daß die Knospe sich inzwischen entfalten konnte, so können auf den einzelnen Blättern Gallen entstehen, die gewöhnlich als Anschwellungen der Mittelrippe sich bemerkbar machen (Barnes 1932).

lich auf. Die natürlichen Feinde, einschließlich der Wanze *Anthocoris nemorum* L. und der Vögel, vor allem Meisen, scheinen bei der Niederhaltung der Gallmücke keine große Rolle zu spielen, mehr die Witterungseinflüsse (Barnes).

Als Gegenmaßnahmen werden empfohlen: Absammeln der Gallen, auch der von *rosaria,* und intensive Bodenbearbeitung im März/April zur Vernichtung der zu dieser Zeit im Boden befindlichen Larven.

Rhabdophaga heterobia H. Löw.

Syn. *Cecidomyia heterobia* H. Löw.

Galle: Knopfförmige Deformation („button top") der Sproßspitze (Haupt- und Seitensprosse), aus einer lockeren, nicht über 10 mm großen, teilweise abnorm behaarten Blattrosette bestehend.

Nach Ross-Hedicke werden diese Gallen nur von der Sommergeneration erzeugt, während die Frühjahrsgeneration Anschwellungen an den Blütenkätzchen verursacht. In der Darstellung von Barnes (1929) erscheint diese Trennung nicht so scharf durchgeführt.

Rh. heterobia hat 2 Generationen im Jahr, die sich überschneiden können. Die Mücken der Frühjahrsgeneration erscheinen (in England) vom April bis Mitte Juli, die der zweiten Generation von Anfang Juli bis September. Die Eier werden an die Sproßspitze oder in deren Nähe abgelegt. Die Larven schlüpfen etwa nach einer Woche, und bereits drei Wochen später sind schon die Gallen gebildet. Als Höchstzahl der Larven in einer Galle hat Barnes 40 gefunden; meist sind es weniger, aber oft noch 30. Normalerweise verbleiben die Larven zur Verpuppung in der Galle. Die der Herbstgeneration sind bis zum Oktober ausgewachsen und bleiben in diesem Stadium bis zur Verpuppung im Frühjahr. Doch fallen viele von ihnen durch die Tätigkeit der Vögel, die im Winter die Gallen aufhacken, auf den Boden, in dem sie sich verpuppen (Barnes).

Nach Barnes gehört *heterobia* in England zu den wichtigsten Weidengallmücken, doch scheinen nicht alle Rassen der Wirtsweiden (s. oben) gleich empfänglich zu sein: Zwölf im Handel befindliche Varietäten der *Salix purpurea,* eine von *viminalis* und 3 Hybriden von *viminalis* und *purpurea* erwiesen sich als völlig immun; es werden wohl die Eier auf ihnen abgelegt und es schlüpfen auch die Larven aus, doch es entstehen keine Gallen.

Die Stärke des Befalls wird von klimatischen Faktoren beeinflußt, indem lange andauerndes feuchtes Wetter der Vermehrung nicht günstig ist. Die Parasiten und Vögel vernichten zwar einen Teil der Nachkommenschaft, doch nicht genügend, so daß bei zusagenden vermehrungsfördernden Witterungsverhältnissen durch massenhaft entstehende Gallen der Korbweidenkultur empfindliche Verluste zugefügt werden können.

Zur Bekämpfung sind die deformierten Rutenenden zu entfernen, und zwar am besten in der Zeit von Ende September bis Anfang Oktober, wo sich noch alle Larven in den Gallen befinden. Ferner wird empfohlen, immune Weidenrassen und Hybriden zu verwenden.

Rhabdophaga rosaria H. Löw.

Weidenrosen-Gallmücke

Syn. *Cecidomyia rosaria* H. Löw.

— *salicina* auct.

Erzeugt eine unter dem Namen „Weidenrose" schon lange bekannte große (meist über 15 mm!) Blattrosette (Abb. 531), die dadurch entsteht, daß der befallene Trieb kurz bleibt und die mehr oder weniger verkümmernden Blätter sich zusammendrängen. Die Blätter sind nicht abnorm behaart.

Das Weibchen belegt die Terminalknospe nur mit einem Ei, und so lebt in jeder Rosette nur eine Larve (es können neben der Erzeugerin auch Inquilinen sich darin befinden, z. B. die Larven von *Rh. terminalis)* (s. oben S. 531). Die blaßrote Larve verpuppt sich in der Galle. Während die übrigen Blätter im Herbst abfallen, bleiben die Rosetten den Winter hindurch stehen; sie fallen dann leicht in die Augen. Von der *heterobia*-Galle unterscheidet sich die *rosaria*-Galle durch ihre bedeutendere Größe, festere Konsistenz und das Fehlen einer abnormen stärkeren Behaarung; durch letzteres Merkmal läßt sie sich auch leicht von der *Dasyneura iteobia*-Galle (s. oben S. 530), die ihr in Größe gleichkommt, unterscheiden.



Abb. 531. Galle von *Rhabdophaga rosaria* H. Löw. („Weidenrose") Nach Ross-Hedicke



Abb. 532. A Ein mit einer „Weidenrose" besetztes abwärts gebogenes Sproßende; B die zweitnächste Knospe hat den Trieb fortgeführt (an ihm ist noch die Spur der „Weidenrose" vom vorigen Sommer zu sehen). Nach Speiser

Rh. rosaria kommt an den meisten Weidenarten vor, besonders an *purpurea, caprea, aurita* usw.; nicht selten zusammen mit *pulvini* Kieff. (s. oben S. 530) (Clément, Foucher). Meist sind dünnere Triebe älterer Bäume befallen, nicht selten aber werden auch die Spitzen der wenigen Triebe, welche die pfahlartigen dicken Stecklingsweiden im ersten Jahre zustande gebracht haben, oder ganz junge Weidenbäumchen von diesen Weidenrosen gekrönt. Wo es sich um große hochstämmige Weiden handelt, ist ein solcher Befall ziemlich gleichgültig, da andere stammwärts von der Galle sitzende Knospen quirlartig auswachsen; für jüngere niedrige Weiden

ist aber die möglichst gerade Fortführung des Zweiges von wesentlichem Vorteil, frühe Verzweigungen dagegen unzweckmäßig. Speiser (1903) weist darauf hin, wie durch das bogen- bzw. spiralenförmige Ab- und Seitwärtswachsen der befallenen Sproßspitze die zweitnächste untere Knospe annähernd terminal zu stehen kommt und nun die Fortführung des Triebes übernimmt, wodurch Verzweigungen vermieden werden (Abb. 532).

Die Bekämpfung geschieht, wenn nötig, durch Entfernung und Vernichtung der larvenbesetzten Rosetten.

b) Mißbildungen an der Sproßachse

Helicomyia saliciperda Duf.

Weidenholz-Gallmücke

Syn. *Cecidomyia saliciperda* Duf.
Rhabdophaga saliciperda Duf.
Dichelomyia saliciperda Duf.

Vorbemerkung: Nach Barnes (1935) ist *saliciperda,* die er in die Gattung *Rhabdophaga* stellt, eine Sammelart, die mehrere Arten in sich vereinigt. Das übereinstimmende bionomische Merkmal ist die eigenartige Verletzung der Rinde, die wabenartig von kleinen Löchern durchsetzt ist (weshalb die Engländer von „shot hol midges" reden). Durch eingehende Studien und Zuchten hat Barnes feststellen können, daß es verschiedene Arten sind, die diese Verletzungen hervorrufen, und die er nach den Weidenarten folgendermaßen trennt:

1. *Rh. saliciperda* Duf. an *S. coerulea* und *fragilis,*
2. *Rh. triandraperda* Barn. an *S. triandra,*
3. *Rh. purpureaperda* Barn. an *S. purpurea,*
4. *Rh. justini* Barn. an *S. purpurea.*

Die Arten zeigen sowohl als Imagines als im Larven- und Puppenstadium gute Unterscheidungsmerkmale. Bei den Larven ist die Form der Brustgräte bei den 4 Arten deutlich verschieden (Abbild. 533). Nun bildet Nitsche vier verschieden geformte Brustgräten ab, die er alle der *saliciperda* zuschreibt (Abb. 534). Vergleicht man die Reihen von Barnes und Nitsche, so liegt der Gedanke nahe, daß die von Nitsche gezeichneten Brustgräten zum Teil mit den Arten von Barnes in Verbindung gebracht werden können, wenn auch eine große Variabilität der Brustgräte von *saliciperda* nach Alter, Abnutzung usw. besteht (Abb. 535). Dazu kommt, daß Rübsaamen (1915) die Brustgräten von zwei weiteren Arten, die eine ganz ähnliche Lebensweise wie *salicis* führen, abbildet, nämlich von *Helicomyia pierrei* Kieff. und *Rhabdophaga schwangarti* Rübs. (Abb. 536), die teilweise ziemlich gut mit den Brustgräten der Barnesschen Arten übereinstimmen (so z. B. die von *Helic. pierrei* mit der von *Rh. triandraperda* Barn.). Da die Rübsaamensche Arbeit Barnes unbekannt geblieben zu sein scheint, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß einige der Arten als Synonyme aufzufassen sein werden. Jedenfalls möchte ich nicht verfehlen, die Cecidomyiden-Forscher auf diese

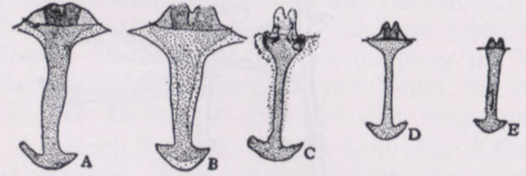


Abb. 533. Brustgräte der Larven von: A *Helicomyia saliciperda* Duf. von *Salix fragilis*; B dieselbe von *Salix coerulea*; C *Rhabdophaga triandraperda* Barn.; D *Rhabd. purpureaperda* Barn.; E *Rh. justini* Barn. Nach Barnes

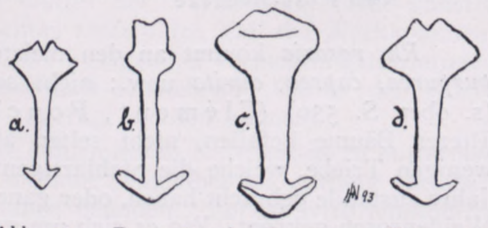


Abb. 534. Brustgräte der Larve von *Helicomyia saliciperda* Duf. nach Zeichnungen von verschiedenen Autoren. Nach Nitsche

Punkte aufmerksam zu machen und zu erneutem Studium der Weidenrinden-Gallmücken aufzufordern. Bevor diese Fragen nicht geklärt sind, werde ich *Helicomyia saliciperda* in dem bisher gebräuchlichen Sinne beibehalten.

Galle aus einer weit ausgedehnten und nicht scharf abgegrenzten Anschwellung der Sproßachse bestehend, die auf Wucherung und Verstärkung des letzten Jahresringes beruht (Abb. 537). Befallen werden dünne Ruten bis zu 12 cm dicke Stangen von Baum- und Kopfweiden.

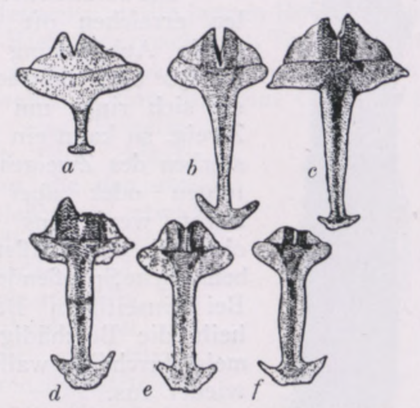


Abb. 535. Brustgräten von *Helicomyia saliciperda* H. Lw. a anfangs August, b und c September, d, e und f Mai folgenden Jahres (165 : 1). Nach Rübsaamen

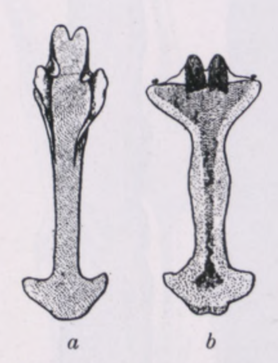


Abb. 536. Brustgräte a von *Helicomyia pierrei* Kieff. (165 : 1); b von *Rhabdophaga schwangarti* Rübs. (145 : 1). Nach Rübsaamen

Die kleine Mücke fliegt im Mai — im geheizten Zimmer kann sie schon im März zum Erscheinen kommen (Nobbe 1872) — legt rund 150 ziegelrote Eier kettenweise außen an die Rinde von verschiedenen Weidenarten, besonders *alba* und *purpurea*, dann auch von der Silberpappel. Die gelblichroten (nach Kieffer „dunkel zitronengelben") Larven bohren sich in das Kambium ein, das durch ihre Anwesenheit zu einer unregelmäßigen, maserähnlichen Wucherung angeregt wird und länglich ovale Kammern um die Larven herumbildet. Doch erfolgt durch den ersten Befall durchaus nicht immer eine deutlich sichtbare Anschwellung; eine solche tritt oft erst nach wiederholtem Befall in Erscheinung. Mit Vorliebe werden nämlich die bereits befallen gewesenen und von den Mücken verlassenen Stellen wiederholt belegt, so daß mehrere Brutschichten sich überlagern, wodurch dann allmählich eine immer stärkere Verdickung des betreffenden Zweigabschnittes entsteht. Es tritt dann ein Verfärben, Absterben und Aufspringen der Rinde ein, die in langen Fetzen herabhängt, so daß der wabig durchlöcherte mehr oder weniger gebräunte Splint freigelegt wird. Die Ablösung des Bastes rührt wohl in der Hauptsache von der Tätigkeit insektenfressender Vögel her, wie Meisen und Spechte, die im Winter die mit Larven besetzten Zweige aufhacken.

Zur Verpuppung, die im ersten Frühjahr stattfindet, begibt sich die Larve an die Peripherie, so daß nur eine dünne Epidermis-Schicht über ihr stehen bleibt. Vor dem Ausschlüpfen stößt die Puppe diese dünne Decke mit ihren Bohrhörnern durch, so daß nun die Mücke ohne weiteres ins Freie gelangt. Die Puppenhäute bleiben in den kreisrunden scharf ge-



Abb. 537. Weidenzweige stark besetzt mit *Helicomyia saliciperda* Duf. Nach Nitsche

ränderten Fluglöchern noch eine Zeitlang stecken, bis sie durch Witterungseinflüsse usw. zum Verschwinden gebracht werden.

Die befallenen Stellen erreichen oft eine große Ausdehnung bis zu 50 cm; erstrecken sie sich rings um den Zweig, so kann ein Absterben des Zweiges erfolgen oder aber es stirbt wenigstens das oberhalb der Fraßstelle befindliche Sproßende ab. Bei einseitigem Befall heilt die Beschädigung meist durch Überwallung wieder aus.

Der forstliche Schaden kann recht bedeutend werden, namentlich da, wo die Mücke sich in durch Setzstangen neu angelegten Kopfweidenanlagen ansiedelt.

Eine Bekämpfung geschieht am besten durch Abhauen und Verbrennen der befallenen Ruten und Stangen. Auch wird Bestreichen der befallenen Stellen mit Raupenleim kurz vor der Flugzeit empfohlen (Altum), wodurch das Auskommen der Mücken verhindert wird.

In der Literatur wird mehrfach über größere Schäden in Weidenkulturen durch *saliciperda* berichtet, so von Ratzeburg (F. II, 321), Altum (III, 299), Macdougall (1921), Ritzema Bos (1913), Carpenter (1920) u. a.

Rhabdophaga salicis Schrk. [1]

Weidenruten-Gallmücke

Die Gallen, gewöhnlich an jungen einjährigen Ruten, stellen mehr oder weniger scharf abgegrenzte, knotige, rundliche oder längliche Auf-

[1]) Ratzeburg (III, S. 162) beschreibt unter dem Namen *Tipula (Cec.) salicina* D. G. eine Weidengallmücke, deren Larve in den länglichen Anschwellungen der

treibungen vor, deren Rinde zum Teil aufgesprungen, rissig und mißfarbig erscheint. Meist zu mehreren in einer Rute auftretend und oft miteinander verschmolzen. Größe bis 20 mm lang und 10 mm dick (Abb. 538).

Die Flugzeit der schwärzlichen, gegen 6 mm spannenden Gallmücke zieht sich von Mai bis Juli hin. Die Lebensdauer der Imagines ist nur kurz (2—6 Tage). Die Weibchen legen ihre Eier (im ganzen rund 130 Stück) haufenweise an die jungen Ruten, die unter dem Einfluß der nach 7—9 Tagen schlüpfenden gelbroten Larven zu jenen Gallen anschwellen. Öffnet man eine Galle, so zeigt sich eine Erweiterung der Markröhre, die den umschließenden etwas verdickten Holzzylinder und die Rinde auftreibt. Die Markröhre ist mit einem wuchernden parenchymatischen braunen Gewebe erfüllt, in welchem, jede von einer besonderen braunen festeren Schicht umschlossen, die länglichen mitunter unregelmäßig gekrümmten Larvenkammern liegen (Abb. 539). Die Größe der Galle steht im Verhältnis zur Larvenmenge, die sie beherbergt. Die Galle sitzt entweder, und zwar in den meisten Fällen, einseitig als Anschwellung einer Rutenhälfte oder aber sie umfaßt die ganze Rute. Je nach dem Sitz und der Größe der Galle treten Knickungen ein.



Abb. 538. Gallen von *Rhabdophaga salicis* Schrk. Nach Ross-Hedicke



Abb. 539. Ruten von *Salix purpurea* mit Gallen von *Rhabd. salicis* Schrk. A Längsschnitt zweier Gallen, um die Larvenkammern zu zeigen. B u. C Gallen, aus denen die Mücken bereits ausgeflogen (bei x die Puppenhülsen). 1/1. Nach Nitsche

Wenn die Larven ausgewachsen sind, dringen sie unter Verlängerung der Larvenkammern bis in die Holzschicht vor, so daß sie nur noch durch eine dünne Epidermis von der Außenwelt getrennt sind. Hier überwintert die Larve, um sich im nächsten Frühjahr in einem weißen Seidengespinst zu verpuppen. Das Puppenstadium beträgt 9—12 Tage. Die Puppe stößt dann den Epidermisdeckel ab und die Mücke schlüpft mit Hinterlassung der in den Schlupflöchern steckenbleibenden Puppenhülle

---

Weidentriebe wohnt und nach Bouché (1933) zuweilen die Binderweiden sehr verderben soll. Nitsche (L. 1111) identifiziert dieselbe mit *salicis*, während nach Kieffer (1891) der Name *Cecidomyia salicina* Schrk. (= *salicina* Meig.) eine Mücke bezeichnet, die nie wieder zu erkennen ist und daher wegfallen soll. Dagegen ist *Cecidomyia salicina* H. Löw. u. Winn. als Synonym zu *terminalis* zu stellen.

aus (s. Abb. 539). Die Fluglöcher stehen regellos über die ganze Galle verteilt. Die Generation ist wohl einjährig; frühere Angaben von einer doppelten Generation werden schon von Altum (L. 297) bezweifelt (s. auch Masaki 1932).

Rh. salicis ist durchaus nicht monophag (an *S. purpurea),* wie Altum annahm, sondern kommt an einer ganzen Reihe von Weiden (*aurita, caprea, cinerea* usw.) vor.

Von tierischen Feinden kommen in erster Linie Schlupfwespen in Betracht, vor allem Chalcidier, die Altum in großer Menge, und zwar 8—14 Tage früher als die Mücken, aus den Gallen zog. Auch Meisen picken im Winter die Gallen auf, um zu den Larven zu kommen.

Der Schaden durch die Weidenruten-Gallmücke kann sehr bedeutend werden, da die mit Gallen besetzten Ruten jeden Wert als Flechtware verlieren.

Wie sehr die Mücke überhandnehmen kann, zeigt ein von Altum (L. 296) berichteter Fall von Weidenhegern bei Brandenburg a. d. H. Anfang 1870 wurden nur vereinzelte Gallen beobachtet, im Sommer desselben Jahres waren schon auf einer 1 ha großen Stelle der größte Teil der Ruten mit Gallen besetzt, im folgenden Jahr nahm der Schaden noch zu, und 1872 war die Vermehrung so stark, daß z. B. an einem Stock von 21 Ruten nur 1 unversehrt geblieben war. Auch sonst finden sich in der Literatur mehrfach Angaben über schädliches Auftreten von *Rh. salicis* in England, Holland, Rußland. Japan (Masaki, 1932), Österreich (Schimitschek, 1936). Auch in Nordamerika (Connecticut) ist unsere Gallmücke festgestellt, eingeschleppt aus Holland.

Die Bekämpfung geschieht am besten durch rechtzeitiges (Winter) Abschneiden und Verbrennen der gallenbesetzten Ruten. Da die Vermehrung sehr schnell vonstatten gehen kann, wie das oben angeführte Beispiel zeigt, so ist auf das erste Auftreten der Gallen besonders zu achten.

Ganz ähnliche Gallen wie *Rh. salicis* macht *Rh. dubia* Kieff.; Rübsaamen (1891 b, S. 406) meint, daß die beiden Arten oft verwechselt werden. Außer an den oben in der Übersicht (S. 530) angegebenen Unterscheidungsmerkmalen ist nach dem genannten Autor die *dubia*-Galle daran zu erkennen, daß bei ihr die Puppen sich nur an einem Knospenauge aus der Galle ausbohren, während das Ausbohren bei *salicis* an jeder Stelle der Galle geschieht. Kieffer (1891) gibt ferner ein Unterscheidungsmerkmal der Puppen an: die Puppe von *salicis* ist an der Basis der Fühlerscheide mit einem Zahn versehen, während bei *dubia* die Basis der Fühlerscheide unbewaffnet ist.

c) Mißbildungen an den Blättern

Von den Blattgallenerzeugern nennen wir hier nur:

Dasyneura marginemtorquens Winn.[1]

Die Mißbildung besteht in einer stark verdickten Rollung der Blattränder (Abb. 540), die mitunter bis an die Mittelrippe sich erstrecken kann,

---

[1] Es gibt mehrere Gallmückenarten, die ganz ähnliche Blattrollungen wie *marginemtorquens* machen und die als *inchbaldiana* Mick (= *clausilia* Bremi) und *auritae* Rübs. beschrieben wurden. Nach den Ausführungen Rübsaamens (1915, S. 506—509) scheinen indes noch einige Unklarheiten zu bestehen (ähnlich wie die oben bei *H. saliciperda* geschilderten). Bei Ross-Hedicke allerdings sind die genannten drei Arten folgendermaßen auseinander gehalten:

1 Schwach verdickte Randrollung nach unten, kurz, nach beiden Enden verschmälert, anfangs gerade, später gekrümmt. An *Salix alba.* Nur eine Larve in der Rollung . . . . *Dasyneura inchbaldiana* Mick.

2 Stark verdickte Randrollung, fest, zerbrechlich, bleich, mehr oder weniger gelb oder rot gefleckt. An den meisten Weidenarten, besonders an *S. purpurea* und *viminalis.* Zahlreiche Larven in der Rollung. *Dasyneura marginemtorquens* Winn.

3 Gleiche Mißbildung. An *Salix aurita* und *cinerea* . . *Dasyneura auritae* Rübs.

so daß, wenn die Rollung beiderseitig auftritt, das Blatt an diesen Stellen nur aus 2 wulstigen neben der Mittelrippe herlaufenden Rollen zu bestehen scheint. Sehr bald nehmen die gerollten Blattränder, die eine sehr feste „knorpelige“ Konsistenz haben und dabei recht zerbrechlich sind, eine mehr oder weniger gelbe oder gefleckte und schließlich braune Färbung an. In den Rollen befinden sich zahlreiche gelbrote Larven. Die Verpuppung geschieht unter dem Blattrand in einem feinen Gespinst. Die Larve ist von Mai bis Oktober zu finden.

Die Bedeutung als Weidenschädling ist nur gering.

2. An Pappeln

Es gibt zwar eine ganze Reihe von Gallmücken, die auf Pappeln Gallen erzeugen, doch keine von ihnen hat sich bis jetzt als wirtschaftlich bedeutsam erwiesen. Manche Gallen erscheinen recht auffällig, wie die von *Syndiplosis petioli* Kieff. hervorgerufene bis 5 mm große gerötete Blattstiel-Galle, oder die von verschiedenen *Harmandia*-Arten erzeugten Blattgallen, die teils nur auf der Oberseite sichtbar sind (*H. globuli* Rübs. und *löwi* Rübs.), teils auf beiden Seiten über die Blattfläche hervorragen (*Harmandia cavernosa* Rübs., *populi* Rübs. und *Lasioptera populnea* Winn.).



Abb. 540. Blätter von *Salix viminalis* L. mit Gallen von *Dasyneura marginemtorquens* Winn. (1/2 nat. Gr.) Nach Nitsche



Abb. 541. Durch *Dasyneura fraxinea* Kieff. verunstaltetes, braunfleckiges Eschenblatt (4/5). Nach W. Baer

3. An Esche

Auf der Esche kommen 4 Gallmücken-Arten vor, von denen eine (*Contarina marchali* Kieff.) in den Früchten lebt, und die drei anderen Mißbildungen an den Blättern verursachen: *Dasyneura acrophila* Winn. (Blättchen längs der Mittelrippe nach oben zusammengefaltet, verdickt und verhärtet, so daß eine schotenartige Bildung entsteht), *Dasyneura fraxini* Kieff. (bauchige taschenförmige, bis 10 mm lange Falten längs der verdickten Mittelrippe der Blättchen, unterseits als Wulst hervortretend) und *Dasyneura fraxinea* Kieff. (flache rundliche Parenchymgallen). Nur die letztgenannte Art ist forstlich beachtenswert, so daß sie hier eingehender behandelt zu werden verdient.

Dasyneura fraxinea Kieff.

Die von dieser Art erzeugten Gallen stellen nach Baer flache rundliche Blattparenchymgallen (bis 8 mm Durchmesser) dar, die durch Anhäufung vieler Einzelgallen entstehen. Letztere bilden kleine kreisförmige Pusteln, die kaum die Höhe und den Durchmesser von 1 mm erreichen und die in der Hauptsache nur auf der Unterseite des Blattes hervortreten. Diese Pusteln reihen sich meist in großer Zahl aneinander, besonders den Seitennerven der Blätter entlang. Allmählich hebt sich in ihrer Umgebung die Oberhaut etwas von dem Parenchym ab, wodurch größere Hohlräume im Blatt entstehen, die, je dichter die Pusteln standen, um so mehr zusammenfließen (Abb. 541). In ihnen liegen dann die weißen Larven regellos, groß und klein durcheinander, während anfangs im allgemeinen jede ihre Pustel getrennt bewohnt hatte. Bevor die Larven ihre gemeinsamen Behausungen verlassen (sie verlassen sie gewöhnlich in der 2. Hälfte des Juni), sind diese höchstens hell gefärbt und von einer schwach gebräunten Zone umgeben. Etwas später, Anfang Juli, verfärben sich die Stellen braun, und es tritt nun eine Braunfleckigkeit der Blätter lebhaft hervor. Waren die Blätter durch Pustelhaufen vorher schon vielfach verzerrt und gekrümmt, so werden sie es jetzt durch das Eintrocknen der braunen Flecken erst recht und reißen auseinander. In dem von Baer beschriebenen Fall (junge Eschenbestände im Alter von 16—31 Jahren bei Annaberg in Sachsen) flossen die braunen Flecken vielfach zusammen, so daß sie die ganzen Blattflächen bedeckten; die Blättchen wurden rasch runzelig, rollten sich zusammen, vertrockneten gänzlich und fielen endlich früher oder später von den Hauptrippen ab.

Die Eschengallmücke erscheint nach Baer (1910) im Mai und legt ihre winzigen (0,22 : 0,08 mm) weißlichen zylindrischen Eier an die Unterseite der Blätter. Das Larvenleben währt bis Mitte oder Ende Juni. Wenn die Larven ausgewachsen sind, verlassen sie die Blätter, um sich in den Boden zu begeben; sie „sehen dann weiß aus mit grün durchscheinendem Darm, die vorgestreckten Mundteile nehmen sich dabei wie ein dunkles Pünktchen aus; ihre Länge beträgt 2 mm, ihre Dicke kaum 1 mm“. Siehe auch Kieffer (1907).

Der Befall der Annaberger Eschen wirkte sich nach Baer verschieden aus je nach Standort. Am ungünstigsten Standort (Parzelle Mühlholz) trat:

1902 die Braunfleckigkeit so heftig auf, daß die Eschen größtenteils vorzeitig ihr Laub verloren;

1903 wiederholte sich die gleiche Erscheinung in größerem Umfang und die Eschen bekamen bereits ein kränkelndes Aussehen;

1904 wurde der Befall noch heftiger und schon im Sommer starben einige Stämmchen ab;

1905 waren sämtliche Blätter stark befallen, die Hälfte der Eschen dürr;

1906 wurden die noch erhaltenen Bäume, die durchwegs eine dürftige Belaubung trugen, wieder schwach befallen (eine Auszählung im Herbst ergab, daß von 120 Eschen 88 vollständig eingegangen waren); und

1907 war die Krankheit fast vollständig erloschen, die Bäume trugen wieder reichliches und frisch aussehendes Laub (nur 6 Stück wurden noch wipfeldürr). In anderen günstigeren Standorten verlief die Gradation weit milder, setzte erst einige Jahre später ein (1904) und war ebenfalls 1907 schon beendet, ohne schwere Verluste verursacht zu haben.

Ganz verschont von der Gallmücke wurde in den Annaberger Stadtwaldungen überhaupt keine einzige Esche im Alter von 6—31 Jahren, auch Straßenbäume und verschulte Heister nicht. An älteren Bäumen wurde dagegen ein auffallender Blattbefall nirgends wahrgenommen und an der Grauesche überhaupt nichts derartiges bemerkt.

Zur Bekämpfung empfiehlt Baer (1910) eine Kainit-Düngung zum Abtöten der Larven im Boden.

4. An Buche

Wir führen hier vier Gallmückenarten an Buche an, von denen zwei das Absterben der Knospen verursachen und zwei Gallen an Blättern erzeugen.

a) Knospengallen

Contarinia fagi Rübs. und **Dasyneura fagicola Barnes**

Die Mücken der beiden Arten erscheinen nach Fischer (1939) im Frühjahr kurz nach dem Aufbruch der ersten Buchenknospen, also etwa Ende Mai, Anfang Juni. Sie halten sich bei Regen und bei windigem Wetter an der Unterseite der Blätter auf. Bei Windstille sieht man sie zwischen und über den Pflanzen herumschwirren. Die Weibchen legen bald nach ihrem ersten Erscheinen ihre Eier mit Hilfe der Legeröhre zwischen den Knospenblättchen ab, und zwar in jede Knospe etwa 4—6 Eier. Wieviele Knospen ein Weibchen belegen kann, wurde bisher noch nicht einwandfrei festgestellt. Die sich aus den Eiern entwickelnden Larven beginnen an den Knospenblättern zu saugen. Sind die Eier in einem frühen Entwicklungsstadium der Knospe, also kurz nach ihrem Aufbrechen abgelegt worden, so pflegt die ganze Knospe zu verkümmern; die Blättchen entwickeln sich kaum weiter und vertrocknen, bald nachdem die Larven die Knospen zur Verpuppung verlassen haben. Ist die Knospe dagegen bei der Eiablage schon weiter entwickelt, so bleibt gewöhnlich das äußerste Blättchen am Leben. Es erfährt aber durch die Saugtätigkeit ebenfalls sehr charakteristische Krümmungen. Eine eigentliche Gallenbildung konnte nie beobachtet werden. Die Larven beider Arten übten ihre Saugtätigkeit stets zwischen bzw. an den jungen Blättchen aus (im Gegensatz zu der Angabe Rübsaamens, wonach die Larven in den Blättchen an der Triebspitze leben sollen). Etwa 3—4 Wochen nach der Eiablage verlassen die Larven die zerstörten Knospen, um sich zur Verpuppung in die Erde zu begeben. Die Puppenruhe dauert etwa 4—6 Tage. Nach dieser Zeit erscheinen die Gallmücken wieder in Massen über den Buchenhecken bzw. in den Anzuchtbeeten und beginnen erneut mit der Eiablage. Es ist im Jahre mit 3—4 Generationen zu rechnen.

1938 erschienen nach Fischer die Mücken in den jüngeren Buchenaufzuchten bei Kiel zuerst am 4. Juni. In der Zeit um den 30. Juni verließen die Larven zum

allergrößten Teil die Knospen, um in die Erde abzuwandern. In den ersten Julitagen waren nur noch vereinzelt besetzte Knospen zu finden. Am 5. und 6. Juli wurde wieder ein großer Flug beobachtet. Vom 8. bis 10. August wurde der dritte, wenn auch nicht so starke Flug wahrgenommen. Zuletzt traten in der ersten Hälfte des September noch größere Mengen Imagines auf, die allerdings nicht mehr so gleichzeitig erschienen wie bei den ersten Flügen. Am umfangreichsten war unbedingt der Juliflug. Die von diesen Tieren stammenden Larven dürften auch regelmäßig den größten Schaden verursachen.

Treten die Mücken in einem Gebiet zahlreich auf, so leiden die Pflanzen ganz erheblich. Einmal ist die Pflanze bestrebt, durch häufigere Knospenbildung den Schaden auszugleichen. Sie erhält dadurch aber im Laufe des Jahres ein struppiges, hexenbesenartiges Aussehen. Ferner wird das Ausreifen im Herbst verzögert, so daß die Pflanzen besonders stark unter Frühfrösten zu leiden haben.

Welche der beiden Arten (*Contarinia* oder *Dasyneura*) den Hauptschaden verursacht, ist noch nicht geklärt. Wahrscheinlich sind beide Arten als primäre Schädlinge anzusehen.

Bezüglich der Bekämpfung empfiehlt Fischer ein kombiniertes Verfahren. In der letzten Maiwoche müssen die bedrohten Bestände reichlich mit Tabakstaub (Tabakabfällen) bestreut werden. In der ersten Juniwoche folgen zwei Spritzungen mit 0,1prozent. Nikotinlösung oder einem Nikotin-Fertigpräparat. Dieselben Spritzungen werden wiederholt in den Zeiten vom 5.—10. Juli und vom 10.—20. August [1]).

b) Blattgallen

Mikiola fagi Htg.

Buchenblatt-Gallmücke

Syn. *Cecidomyia, Hormomyia, Oligotrophus fagi* Htg.

Die reife Galle (Abb. 542 A) [2]) ist etwa 6—10 mm lang bei einem größten Durchmesser von 7 mm und einer Wanddicke von 1 mm, eiförmig zugespitzt, sehr hart und braun gefärbt; sie sitzt an der Oberfläche des Blattes auf oder neben einer Blattrippe, während sie über die Unterseite nur mit einem kleinen warzenförmigen Kegel vorragt. Die durchschnittene Galle zeigt eine ungefähr 1 mm dicke Wand, die einen weiten glattwandigen Hohlraum umschließt. Der untere Zapfen, mit welchem die Galle in dem Blatt sitzt, ist von einem feinen Kanal durchzogen. In jeder Galle findet sich stets nur 1 rötliche Larve.

Die Mücke fliegt zeitig im Frühjahr (April) und legt ihre roten, etwa 0,3 mm langen Eier auf die Knospen ab, und zwar einzeln oder in lockeren kleinen Gruppen, jedes ♀ im ganzen rund 200—300 Eier.

Die jungen Larven bohren sich zwischen den fest geschlossenen Knospenschuppen ein, bis sie zu den jungen Laubblättern gelangt sind. „Die letzteren kehren den Knospenschuppen ihre spätere Unterseite zu und sind so gestaltet, daß die vom Mittelnerv fiederig abgehenden starken Seitennerven dem Mittelnerv annähernd parallel nach der Knospenspitze hin gerichtet dicht nebeneinander liegen. Das Blattgewebe zwischen den ge-

[1]) Durch die angegebenen Spritzungen erfolgt gleichzeitig eine Bekämpfung der Buchenblattlaus, *Phyllaphis fagi* L.

[2]) Die Galle wurde lange Zeit, von Linné und Bechstein an, für das Erzeugnis einer Gallwespe gehalten, bis Th. Hartig (1837) den Irrtum aufklärte.

nannten Nerven findet sich in der Tiefe der Falten und ist von den Knospenschuppen her kommenden Gästen völlig unzugänglich. Die Nervenrücken selbst sind mit starren Haaren besetzt, und so bleibt den Larven nichts übrig, als an dem jenen dicht angrenzenden Blattparenchym, das sie noch mit dem Vorderteil ihres Körpers erreichen können, sich anzusiedeln. An solchen Stellen sind denn auch die Gallanfänge gelegen. Ihre Anordung auf dem Blatt ist also, wie gewiß auch in anderen Fällen, eine Folge der Knospenlage der Blätter." Büsgen schildert eingehend die Umbildungen des Blattgewebes durch die Saugtätigkeit der Larve; wir begnügen uns hier einige Abbildungen davon zu geben (Abb. 543 C). Mit dem Wachstum der Galle geht eine Verfärbung derselben Hand in Hand, die zuerst rötlich und schließlich unter gleichzeitiger Verholzung braun wird. Vor dem Laubabfall lösen sich die Gallen meist ab, auf dem Blatt eine kleine Vertiefung zurücklassend, in welcher der Zapfen gesessen hatte. In der abgefallenen am Boden liegenden Galle verpuppt sich die Larve teils im Herbst, teils im Frühjahr. Die Mücke verläßt die Galle im Frühjahr durch den den Zapfen durchziehenden Kanal, der während des Winters durch ein dünnes Häutchen geschlossen ist, wobei die Puppenhaut mit dem äußersten Ende in der Gallenmündung stecken bleibt.

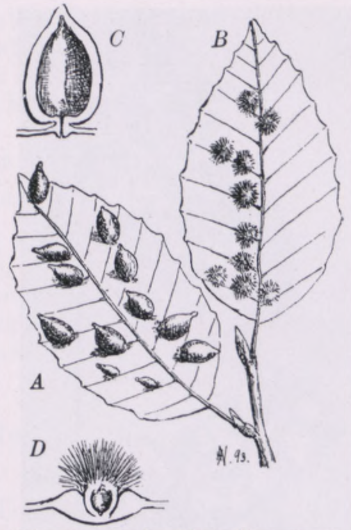


Abb. 542. Buchenblattgallen: A von *Mikiola fagi* Htg.; B von *Hartigiola annulipes* Htg.; C u. D Längsschnitte durch die Gallen. Nach Nitsche

Auch die Buchenblatt-Gallmücke ist wie die meisten Gallmücken stark von Parasiten heimgesucht. Nach Büsgen entlassen im ganzen vielleicht kaum 20 % aller Gallen die Mücken, die sie erzeugt haben. Als Hauptparasiten stellte Büsgen zwei Schlupfwespen fest: *Eulophus elongatus* Frst. und *Torymus cultiventris* Rtzb. Die mit Parasiten besetzten Gallen bleiben meist an den vertrockneten Blättern sitzen oder sie sind, wenn sie abgefallen sind, mit einem braunen Pfropf verholzten Gewebes verschlossen. Übrigens können auch abgefallene Gallen mit normalem Verschlußhäutchen Parasiten enthalten.

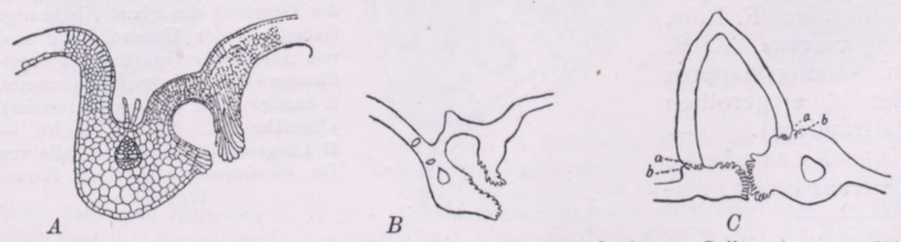


Abb. 543. A Querschnitt eines Buchenblattes mit einer noch sehr jungen Gallenanlage von *Mikiola fagi* neben einem der fiederigen Seitennerven; B und C spätere Entwicklungsstadien der Galle an Blattquerschnitten. In C bei a die dünnwandige Trennungsschichte; die Höcker bei b sind bei der Ausdehnung der Galle entstandene sklerenchymatisch gewordene Falten (stark vergrößert.) Nach Büsgen



Abb. 544. Junge Buchenpflanze, deren Blätter so dicht von den Gallen von *Mikiola fagi* bedeckt sind, daß vom Blatt selbst nichts mehr zu sehen ist. a zwei durchschnittene Gallen. Nach Cecconi

Die Gallen sind überall, wo die Buche ist, eine auffallende Erscheinung. Solange sie vereinzelt vorkommen, sind sie für das Wachstum der Pflanze indifferent. Wo sie aber in Massen auftreten, so daß jedes Blatt mit Dutzenden von Gallen besetzt ist und „die Zweige sich unter der Last beugen", wie es in manchen Jahren (wie z. B. 1871 und jüngst wieder 1936) vorkommt, so muß die Assimilationstätigkeit doch beträchtlich leiden [1]). Dies wird sich zum mindesten in einer Schmälerung des Zuwachses ausdrücken. Wo es sich um ganz junge Pflanzen handelt (Abb. 544), kann ein übermäßig starker Gallenbesatz auch das Absterben derselben verursachen (Cecconi).

Viel weniger häufig und auch weniger auffallend ist die Galle von **Hartigiola** *(Cecidomyia, Hormomyia, Oligotrophus)* **annulipes Htg.** (Abbild. 542 B). Sie ist niedriger (bis 2,5 mm lang), stumpfzylindrisch, mit langen bräunlichen Haaren dicht besetzt und sitzt meist längs des Mittelnervs. Auch diese Galle fällt vor dem Laubfall ab wie die *fagi*-Galle. Forstlich sind die *annulipes*-Gallen ohne Bedeutung.

5. An Eichen

Weitaus die meisten Gallen an Eichen werden von Gallwespen (Cynipiden) hervorgerufen, nur ganz wenige von ihnen haben andere Erzeuger; unter ihnen befinden sich auch einige Gallmücken.

An der Trauben- und Stieleiche kommen nach Ross und Hedicke nur 3 Arten vor: *Contarinia quercina* Rübs. (an der Sproßspitze), *Macrodiplosis dryobia* F. Löw. und *volvens* Kieff. (in umgeklappten oder eingerollten Blatträndern). — Die Zerreiche *(Quercus cerris)* da-

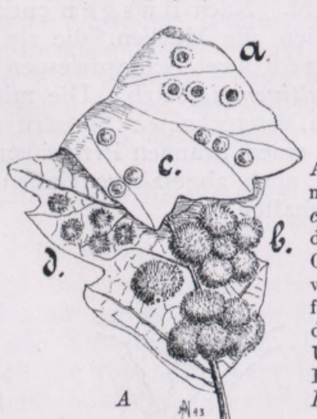




Abb. 545. A Zerreichenblatt mit Gallmückengallen: a u. b von *Dryomyia circinnans* Gir. (a Gallenöffnung auf der Oberseite des Blattes, b haarige Gallen auf der Unterseite); c u. d von *Arnoldia cerris* Koll. (c kegelförmige Galle auf der Blattoberseite, d haarige Galle auf der Unterseite). Ungefähr 1/1. Nach Nitsche. — B Längsschnitt durch die Galle von *Dr. circinnans* 4/1. Nach Ross-Hedicke

[1]) Nach Büsgen „entspricht das Gewicht von 15 lufttrockenen Gallen dem von 6 ebensolchen Laubblättern. Je 3 Gallen absorbieren demnach das Material einer assimilationsfähigen Blattfläche, was immerhin keinen unbedeutenden Verlust an wertvoller Substanz vorstellt".

gegen beherbergt 9 Arten, von denen 3 an den Knospen und 6 an den Blättern Gallen bilden. Von den letzteren seien hier zwei genannt, die schon seit langem in die Forstentomologie Eingang gefunden haben: *Dryomyia circinnans* Gir. und *Arnoldia cerris* Koll.

Dryomyia circinnans Gir.

Syn. *Cecidomyia circinnans* Gir.

Galle (Abb. 545 A, a. u. b) unterseits dick scheibenförmig, rundlich oder nierenförmig, bis 6 mm breit und 2,5 mm hoch, mit abstehenden gelben oder braunen Haaren besetzt. Oberseits eine dünne behaarte Haut, die von einem Ringwall umgeben ist. Kammer spiralig (Abb. 545 B). Verpuppung in der Galle, die Mücke verläßt durch ein kreisrundes Loch in der Mitte des Ringwalls im April die Galle.

Arnoldia cerris Koll.

Syn. *Cecidomyia cerris* Koll.

Galle (Abb. 545 A, c u. d) bis 3 mm Durchmesser. Oberseits etwa 2 mm hoch, spitzkegelförmig, kahl, mehr oder weniger gelbbraun. Unterseits schwach hervortretend als dicht behaarte flache Scheibe. Kammer in dem oberen Teil. Verpuppung im Boden. Die Mücke erscheint im Frühjahr.

Die Gallen der beiden Arten kommen oft sehr zahlreich vor, so daß die Blätter zum größten Teil von ihnen bedeckt sein können. Kollar (1850) bezeichnet die letztere Art als schädlich, da die angegriffenen Eichen eine viel spärlichere Belaubung und abgestorbene Äste zeigen.



Abb. 546. Ein Blatt von *Quercus ilex* L. *var. ballota* mit Gallen der *Dryomyia lichtensteini* F. Löw., von unten gesehen. 1/1. Nach Fr. Löw

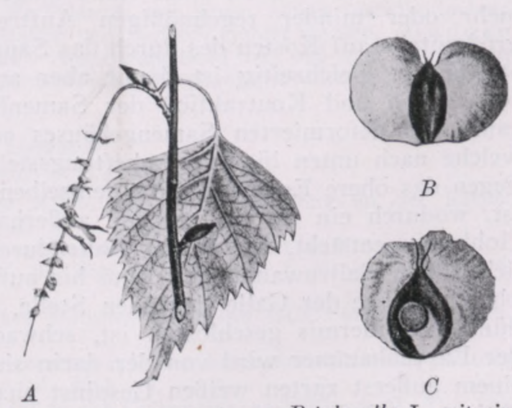


Abb. 547. A Ein Zweig von *Betula alba* L. mit einer entsamten Zapfenspindel, an welcher noch mehrere der durch *Olig. betulae* Wtz. zu Gallen umgeformten Früchte haften; B gesunder normal entwickelter Same von *Betula alba* L. (vergrößert); C einzelne von der Mücke noch nicht verlassene Galle, an welcher das künftige nur durch eine feine Epidermis geschlossene kreisrunde Flugloch der Gallmücke sichtbar ist, Samenflügel reduziert. Nach Wachtl

Von den auf Quercus ilex auftretenden Gallen sei auf die von **Dryomyia lichtensteini F. Löw.** hingewiesen, die meist auf der Unterseite der Blätter bis 3,5 mm lange und 2 mm dicke eiförmige, filzig kurz behaarte Anschwellungen darstellen (Abb. 546). An der Stelle, wo sie sitzen, zeigt die Oberseite des Blattes eine flache Vertiefung mit einem feinen Schlitz, durch welchen die Mücke die Galle im Frühjahr verläßt. Die Art scheint in Südeuropa weit verbreitet zu sein.

6. An Birke

An Birke kommen 4 Cecidomyidengallen vor: drei Blattgallen[1]) und eine Fruchtgalle; nur die letztere hat forstliches Interesse.

Oligotrophus betulae Winn.

Syn. *Cecidomyia, Hormomyia betulae* Winn.

Zuerst wurde von Kaltenbach aus den weiblichen Kätzchen von *Betula alba* eine Mücke gezogen, die von Winnertz (1853) als *Cecidomyia betulae* beschrieben wurde, ohne daß aber von Gallenbildung die Rede ist. Die Galle (Fruchtgalle) wurde erstmalig von Wachtl (1878) bekannt gemacht und auch abgebildet. Nach Thomas (1893), der eine Übersicht über die Literatur bis 1893 gibt, scheinen noch manche Unklarheiten zu bestehen, ja, es ist danach nicht ausgeschlossen, daß es sich um zwei verschiedene Gallmückenarten handelt, von denen die eine keine Gallbildung erzeugt, die andere die Fruchtgalle hervorruft. Thomas glaubt eine solche Möglichkeit deshalb annehmen zu können, weil ein englischer Autor (Binnie) von weißen eiförmigen Kokons zwischen den Schuppen spricht, was mit Kaltenbachs von den neueren Autoren nicht bestätigten Ansicht übereinstimmen würde, daß die Verpuppung zwischen den Schuppen erfolgt. Die genaueste Beschreibung von Larve, Puppe und Imago der die Fruchtgalle erzeugenden Mücke verdanken wir Rübsaamen (1891), der sie als *Hormomyia betulae* Winn. bezeichnet.

Nach Wachtl (1881) belegen die teils während, teils nach der Blütezeit, also vom März bis Mai, schwärmenden Mücken die noch jungen Samenzapfen mit ihren Eiern und durch den Einfluß der Larve wird das befallene Samenkorn zu einer Galle umgebildet. Diese besteht „aus einer mehr oder minder regelmäßigen Auftreibung des Excipulums, welche größtenteils auf Kosten des durch das Saugen der Larve zerstörten Nucleus stattfindet; gleichzeitig ist damit aber auch eine größere oder geringere Restriktion und Kontraktion der Samenflügel verbunden". „Der Innenraum des deformierten Samengehäuses enthält die ovale Larvenkammer, welche nach unten bis zur Anheftungsstelle der Galle reicht, während sie gegen das obere Ende hin vor demselben durch eine Zellwand abgegrenzt ist, wodurch ein im Spitzenende außerhalb der Larvenkammer liegender Hohlraum entsteht, wie es der Gallendurchschnitt (Abb. 547) veranschaulicht. Die Gallenwandungen sind bis auf eine kreisrunde, meist in der oberen Hälfte der Galle liegenden Stelle, welche nur mittels einer äußerst dünnen Epidermis geschlossen ist, schwach verdickt, und die Innenwand der Larvenkammer wird von der darin singulär lebenden roten Larve mit einem äußerst zarten weißen Gespinst ausgekleidet. Die vorhin erwähnte kreisrunde Stelle bildet das zukünftige Flugloch der Mücke, indem die Puppe kurz vor ihrer Entwicklung zur Imago, behufs dieser Metamorphose, das an diesem Orte die Larvenkammer verschließende dünne Häutchen

---

[1]) *Plemeliella betulicola* Rübs. (junge Blätter nach oben zusammengefaltet), *Massalongia rubra* Kieff. (Blattnerven mit spindelförmigen Anschwellungen) und *Anisostephus betulinum* Kieff. (Blattfläche mit rundlichen bis 4 mm großen, gelblichen rot umrandeten Parenchymgallen).

durchbricht und sich bis über die Flügelscheiden aus der Galle herausschiebt. Nach dem Auskriechen werden die Exuvien von den elastischen und gleichsam als Klappe wirkenden Häutchen festgehalten. Hinsichtlich der Färbung besteht zwischen den normalen und deformierten Früchten nur der einzige Unterschied, daß die Basalhälfte der letzteren in größerer oder geringerer Ausdehnung bedeutend lichter, beinahe weiß ist. Viele der Gallen sind teils mit der Zapfenspindel, teils auch mit den Deckschuppen verwachsen, fallen daher nicht ab und verhindern, wenn sie in größerer Anzahl in einem Zapfen vorhanden sind, dadurch auch das Abfallen der intakt gebliebenen Samen. Infolgedessen überwintern solche Zapfen, an denen übrigens von außen die in ihrem Innern auftretenden Deformationen nicht wahrnehmbar sind, häufig an den Bäumen" (Abb. 547).

Wachtl fand die Galle „in den Fruchtzapfen der *Betula alba* L. und der von *B. pendula* Roth in Schweden heimischen Varietät *dalecarlica* L." (im botanischen Garten in Wien). Die Galle ist weit verbreitet; es liegen Fundortsangaben aus England, Deutschland und Österreich vor.

Als Parasiten gibt Wachtl eine Schlupfwespe (*Torymus pallidicornis* Boh.) an und eine Fliege (*Leucopis griseola* Fll.), deren Tönnchen man „meist an den Fruchtflügeln klebend findet".

An **Buchs** kommt die Buchsgallmücke, *Monarthropalpus buxi* Lab., als arger Schädling vor. Besonders in Frankreich (Chaine, 1912) und in der Schweiz sind starke Beschädigungen beobachtet worden. Diese zeigen sich zuerst als blasige flache Anschwellungen im Blattgewebe, die zunächst als kleine runde dunkelgrüne Flecke auf der Blattunterseite zu bemerken sind, immer größer werden, schließlich ineinanderlaufen und sich gelblich verfärben, so daß im Spätherbst die ganze Blattfläche blasig aufgeschwollen ist.

Die im letzten Stadium orangegelben Larven überwintern in der Galle und verpuppen sich auch in ihr im April.

Durch die völlige Vernichtung des Blattparenchyms vertrocknen die Blätter und fallen ab, was zur Triebdürre und Absterben der befallenen Pflanzen führen kann.

Durch rechtzeitige Bestäubung der Pflanzen mit einem feinen Insektizidpulver können die ♀♀ von der Eiablage abgehalten und zugleich getötet werden. Hadorn (1936) hat damit gute Erfolge erzielt. Ausschlaggebend ist, daß die Bestäubung (hauptsächlich der Blattunterseite) in dem Moment durchgeführt wird, wo die ersten Mücken schlüpfen.

Literatur

über Laubholz-Gallmücken

Baer, W., 1907, *Dasyneura fraxinea* Kieff., ein neuer Schädling an der Esche. Nat. Z. f. Ld. u. Forstw. *5*, 524—530.

— — 1910, Zur Bekämpfung der Eschengallmücke. Nat. Z. f. Ld. u. Forstw. *8*.

Barnes, H. F., 1929, „Button Top" of Basket Willows. J. Ministr. Agric. *36*, 65—71.

— — 1930, On the resistance of Basket Willows to Button Gall Formation. Ann. Appl. Biol. *17*, 638—640.

— — 1931, Further Results of an Investigation into the Resistance of Basket willows to Button gall Formation. Ann. Appl. Biol. *18*.

— — 1932, On the Gall Midges injurious to the Cultivation of Willows. I. The Bat Willow Gall Midge (*Rhabdophaga terminalis* H. Lw.). Ebenda *19*, 243—252.

— — 1935, On the gall midges injurious to the cultivation of willows. II. The so-called „shot hole" gall midges (*Rhabdophaga* spp.). Ebenda *22*, 86—105.

— — 1939, A new gall midge attacking beech buds. Arb. phys. angew. Ent. Berlin-Dahlem *6*, 41—43.

Bouché, P. Fr., 1833, Naturgeschichte der schädlichen und nützlichen Garteninsekten. Berlin.

Büsgen, M., 1895, Zur Biologie der Buchengalle *Hormomyia fagi*. Forstl. Nat. Z. *4*, 10.

Carpenter, G. H., 1920, Injurious Insects and other Animals observed in Ireland during the year 1916, 17 a. 18. Econ. Proc. R. Dublin Soc. Dublin *11*, 259—272.
Cecconi, G., 1924, Manuale di Entomologia forestale. Padova. (S. 473).
Chaine, J., 1912, La Cécidomyie du buis (*Monarthropalpus buxi* Lab.), Morphologie, Biologie, Dégâts, Traitement. Ann. Sc. nat. zool. 9. ser., *17*.
Clément, A. L., 1916, Les insectes du saule. La vie Agric. et Rur. *6*, no 32.
Fischer, H., 1939, Zur Biologie und Bekämpfung von Knospen-Gallmücken an Rotbuchen. Arb. phys. angew. Ent. Berlin-Dahlem *6*, 44—51.
Foucher, G., 1914, Cecidomyid Flies attacking Willows. Bull. Soc. Nat. Acclimat. *60*, no 1.
Fryer, J. C. F., 1917, Insect Pests of Basket Willows. Il. Bd. Agric. *24*, no 8.
Hadorn, Ch., 1936, Die Lebensweise und Bekämpfung der Buchsgallmücke. Schweizer Garten Nr. 5.
Hartig, Th., 1837, Jahresbericht über die Fortschritte der Forstwissenschaft *1*.
Kieffer, J. J., 1891, Zur Kenntnis der Weidengallmücken. Berl. ent. Z. *36*, 241—258.
— — 1907, *Dasyneura fraxinea* n. sp. Nat. Z. f. Ld.- u. Fw. *5*, 523—524.
Kollar, 1850, Naturgeschichte der Zerreichen-Saummücke, *Lasioptera cerris*, eines schädlichen Forstinsektes. Denkschr. Wien. Akad. *1*, 48—50.
Krahe, J. A., 1913, Lehrbuch der rationellen Korbweidenkultur. 6. Aufl. (bearbeitet von F. König). Limburg a. L.
Löw, Fr., 1878, Mitteilungen über Gallmücken. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien *28*, 387—406.
Macdougall, R. S., 1921, Insect and Arachnid Pests of 1920. Trans. Highld. and Agric. Soc., Scotland.
Masaki, J., 1932, Morphological and ecological Notes on *Rhabdophaga salicis* Schrnk. I and II.
Nobbe, F., 1872, Entomologische Notizen. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen *15*, 121—125.
Ritzema-Boos, J., 1913, Plantenziekten door dieren veroorzaakt. Med. v. d. Rijks Hoogere Land-, Tuin en Bosch bouwschool Wageningen *6*.
Rübsaamen, Ew. H., 1891 a, Mitteilungen über neue und bekannte Gallmücken und Gallen. Zeit. f. Naturw. LXIV, 123—156. (Über *Hormomyia betulae* Wtz. 137—141.)
— — 1891 b, siehe oben S. 529.
— — 1915, siehe oben S. 529.
Schimitschek, E., 1936, Forstschädlingsauftreten in Österreich 1934 u. 1935. Ctrbl. f. d. ges. Forstwesen *63*, 113.
Siebold, C. Th. von, 1852, Über *Cecidomyia saliciperda*, eine den Weidenbäumen nachteilige Gallmücke. Verh. Schles. Forstver. 148—155.
Speiser, P., 1903, Wie die jungen Weiden den Angriff der *Dichelomyia rosaria* H. Lw. unschädlich machen. Allg. Z. f. Ent. *8*, 204—206.
Thomas, F., 1893, Die Mückengallen der Birkenfrüchte. F.-N. Zeitschr. *2*, 464—465.
Tubeuf, K. von, 1893, Die Mückengallen der Birkenfrüchte. F.-N. Zeitschr. *2*, 463—464.
Wachtl, F. A., 1881, Entomologisch-biologische Studie. Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise von *Cecidomyia betulae* Wtz. Mitt. forstl. Vers. Österreichs *2*, 99—101.

B. Cecidomyiden an Nadelholz

Übersicht über die Nadelholzgallmücken

1. An Kiefer (*Pinus*)
   Thecodiplosis brachyntera Schwaegr.
   Naden verkürzt, am Grunde mehr oder weniger stark angeschwollen.
   Cecidomyia (?) baeri Prell.
   Nadeln am Grunde krückstockartig abgebogen.
   Diplosis pini Deg.
   Kleiner weißer Harzkokon an den Nadeln.
2. An Fichte (*Picea*)
   Plemeliella abietina Seit. Im Samen.

Dasyneura abietiperda Henschel.
In der Triebrinde mehrkammerige Anschwellungen.
Diplosis pini Deg.
Kleiner weißer Harzkokon an den Nadeln.

3. An Tanne *(Abies)*
Resseliella piceae Seit. Im Samen.
Diplosis spec. ?
Anschwellung im basalen Drittel der Nadel.

4. An Lärche *(Larix)*
Dasyneura laricis F. Löw. (= *kellneri* Hensch.).
Anschwellung der Kurztriebe.

5. An Eibe *(Taxus)*
Taxomyia taxi Juchb.
Nadelschopfgalle am Sproßende.

6. An Wacholder *(Juniperus)*
An Wacholder kommen nach Ross-Hedicke 7 Gallmücken vor, die meist Mißbildungen der Nadeln hervorrufen, aber forstlich keine Bedeutung haben. Sie gehören mit Ausnahme einer Art der Gattung *Oligotrophus* an. Hier sei nur *Oligotrophus juniperus* L. erwähnt, die die sogenannten „Kickbeeren" erzeugt.

1. An Kiefer

a) Mißbildungen an den Nadeln

An der Basis der Kiefernnadeln kommen zwei Gallmückenarten vor, die auffallende Beschädigungen an Kiefern jeden Alters hervorrufen können, nämlich *Thecodiplosis brachyntera* Schwaegr. und *Cecidomyia (?) baeri* Prell.

Thecodiplosis brachyntera Schwaegr. [1]

Kiefernnadelscheiden-Gallmücke

Syn.: *Tipula (Cecidomyia) brachyntera* Schwaegr. (bei Ratzeburg).
Cecidomyia brachyntera Schwaegr.

Die Galle entsteht durch Verwachsung des Nadelpaares an der Basis unterhalb der Scheide in einer Ausdehnung von etwa 2—3 mm, eventuell durch mehr oder weniger starke Anschwellung der verwachsenen Stelle [2]. Fast stets übt die Gallbildung auf das Wachstum der Nadeln einen merklichen Einfluß aus, insofern als die Nadeln kurz bleiben [3]

---

[1]) Siehe vor allem Eckstein (1893), Gradojević (1924) und v. Tubeuf (1932). Der letztere Autor gibt eine ausführliche Darstellung, wobei besonders das Schadbild und die anatomischen Veränderungen berücksichtigt werden.

[2]) Nach v. Tubeuf (1932) bestehen die Gallen aus drei Teilen: 1. Aus dem sehr kleinen Kurztrieb einjähriger Kiefernzweige. Die Kurztriebe sind immer gleich alt, wie die sie tragenden Langtriebe, weil sie im gleichen Jahr und aus der gleichen Knospe wie diese entstanden sind. Die Nadeln sind wieder so alt wie die Kurztriebe, entstehen mit diesen und fallen mit ihnen fest verbunden auch bei Gallbildung ab. 2. Aus den miteinander völlig verwachsenen Nadelbasen, die nach ihrer Verwachsung eine massive Säule bilden und parenchymatisches Nährgewebe enthalten. 3. Aus dem unteren Teil der zwei freien Nadeln, welche hier zusammen eine nach oben offene Röhre bilden. Weiter hinauf sind die Nadeln frei und können leicht voneinander getrennt werden; doch sind sie infolge des basalen Zusammenschlusses eng aufeinandergepreßt und erscheinen zusammen oft wie ein dolchförmiges Gebilde.

[3]) Nach v. Tubeuf ist das Kurzbleiben der Nadeln darauf zurückzuführen, daß die Gallbildung die Stoffe zu ihrer Entwicklung selbst gebraucht und so frühzeitig in einen Dauerzustand übergeht, daß eine Streckung der Nadeln, die ja gerade an diesem basalen Teil stattfinden müßte, nicht mehr eintreten kann.

und oft auch eine mehr oder weniger starke D r e h u n g um die Längsachse zeigen (Abb. 548 A). Die so mißgebildeten Nadelpaare f ä r b e n s i c h im Spätherbst zunächst goldgelb, um dann schließlich ein mattbraunes Kolorit anzunehmen (Abb. 549). Die verfärbten Nadeln bleiben zum Teil noch den Winter über am Sproß sitzen, um im Frühjahr abzufallen, zum Teil fallen sie schon früher ab. Die vergallten Nadelpaare sitzen oft vereinzelt zwischen den gutentwickelten, normalen Nadeln, oft aber eng gehäuft, so daß kaum noch gesunde Nadeln und Triebe vorhanden sind, und nach Abfall die Triebe völlig entnadelt sind (Abb. 548 B).



Abb. 548 A. Kiefernkurztriebe infolge *brachyntera*-Befall verkürzt und an der Basis verdickt. Rechts ein normales Nadelpaar

Die durch *brachyntera* hervorgerufene Nadel-Mißbildung erreicht nicht immer den hier beschriebenen Grad, der wohl als typisch gelten kann, sondern bisweilen ist die Verwachsung der Nadelbasen nur sehr gering, ebenso die Anschwellung, wobei die Nadeln annähernd die normale Länge besitzen können (Abb. 549).

Eine solche Art der Beschädigung hat v. T u b e u f (1933 a) von H e i d e c k (Mittelfranken) beschrieben. Dort fielen im November 1932 zahlreiche Stangenhölzer mit merkwürdig gelben Spitzen an den Zweigen auf; einzelne Bäume waren von oben bis unten mit gelben Zweigspitzen „so auffallend behaftet, daß sie dadurch das Interesse der Gegendbewohner auf sich zogen" (Forstmeister Dr. K u h n). Die Untersuchung ergab, daß die stumpfgelblich-bräunlichen Nadeln tot und vertrocknet waren, dabei aber die normale Länge besaßen. An ihrer Basis war wohl das Nadelpaar verwachsen, ohne jedoch eine verdickte Galle zu zeigen. In der einen oder korrespondierend und ergänzend auch in der anderen Nadelbasis befand sich eine flache Mulde, in der die rote Mückenlarve lag. Die mit den toten Nadeln besetzten Sprosse verloren die gesamte Benadelung, haben aber eine ausgebildete Gipfelknospe behalten, die den Zweig im nächsten Jahr fortsetzen konnte. Natürlich werden solche Sprosse in den folgenden Jahren ein geschwächtes Wachstum zeigen. Auch in dem Massenauftreten der *brachyntera* im Reg.-Bez. Frankfurt a. d. Oder (1867/68, s. unten S. 533) waren die Nadeln meist nicht verkürzt. R a t z e b u r g (W. S. 42) möchte diese Erscheinung darauf zurückführen, daß infolge besonderer klimatischer Ver-

hältnisse die Entwicklung der Mücke zurückgehalten war und die Maitriebe beim Flug der Mücken schon einen solchen Vorsprung gewonnen hatten, daß die von der Mücke belegten Nadeln schon stark genug waren, um ihre normale Länge zu erreichen.

Befallen werden die Gemeine Kiefer und die Bergkiefer, und zwar in jedem Alter, junge Pflanzen in Kulturen wie Altholz.

Die etwa 2,5—3 mm lange bräunlich gefärbte *brachyntera*-Mücke fliegt im Mai, die Weibchen legen ihre Eier (im ganzen rund 120 Stück) mit Hilfe der langen Legeröhre zwischen die Nadeln eines eben ausbrechenden Nadelpaares, nach Gradojevič auf die noch unentwickelten Maitriebe unter die gelben Deckschuppen, auf und zwischen die Ansätze der Nadelknospen, deren Grün noch völlig von der Scheide verdeckt ist, und zwar nicht immer einzeln, sondern oft in Häufchen von 3—6 (Nitsche,



Abb. 548 B. Durch *brachyntera* entnadelter Kiefernzweig aus einer Kultur. Nach v. Tubeuf



Abb. 549. *Brachyntera*-Besatz ohne Verkürzung der Nadeln an den Zweigspitzen eines Kiefernstangenholzes. Die Nadeln sind gelb gefärbt und zeigen äußerlich keine verdickte Galle. Nach v. Tubeuf

Gradojević). Die Eiablage findet den ganzen Tag von früh morgens bis abends statt; kurz nachdem das Weibchen sich seines Eivorrats entledigt hat, stirbt es.

Das Ei ist nahezu farblos, 0,4 mm lang und 0,1 mm breit, ist also mit der Lupe kaum zu sehen. Die Larve entschlüpft dem Ei nach etwa 3 bis 4 Tagen und schiebt sich dann langsam auf den sich entwickelnden Nadeln zwischen dieselben in die Blattscheide ein, was längere Zeit beansprucht. Die Larve ist im Jugendstadium ebenfalls farblos und daher schwer zu sehen, später färbt sie sich orangerot. Besonders charakteristisch

(gegenüber der folgenden Art) ist das Fehlen der Brustgräte. Die Haut ist mit zahlreichen kleinen dornförmigen Fortsätzen (verrucae spiniformes) besetzt, die plattenförmig einen größeren Teil jedes Segmentes einnehmen.

Unter dem Einfluß der Larve bzw. deren Ernährung entwickelt sich die Galle. Meist ist nur eine Larve in jeder Galle, die sie vollständig ausfüllt; es können jedoch auch mehrere Larven in einer Galle sein, in welchem Fall sie stark zusammengepreßt sind. Ist die Larve erwachsen, so verläßt sie gewöhnlich die Galle durch den Kanal, der die Gallenhöhle nach oben offen hält, und klettert meist zu den Hüllschuppen der Kurztriebe.

Unter ihrem Schutz überwintern sie, um sich dann im Frühjahr zu verpuppen. Die Nadelscheide ist dann an dieser Stelle einseitig kugelig aufgetrieben. Die Puppenruhe dauert 2—3 Wochen. Wenn die Mücke die Puppenhülle verlassen hat, findet man diese zwischen den Kurztriebscheidenplättchen hervorstehen (Abb. 550). Nach v. Tubeuf findet die Verpuppung stets ohne Kokon statt, während nach anderen Autoren meist ein feiner Kokon gesponnen wird. Die Verpuppung kann auch an anderen Orten vor sich gehen, so in der Larvenkammer in der abgefallenen Galle, oder an den freien Teilen der Nadeln oder an den Zweigen unter Rindenschuppen oder Flechten, oder auf freiem Boden. Das Schlüpfen der Imagines beginnt anfangs Mai und zieht sich etwa 14 Tage hin. Die Kopula (von Gradojević ausführlich beschrieben) kann bis zu $^3/_4$ Stunden dauern.

Die Erkennung des *brachyntera*-Befalls ist im späteren Stadium, wenn die Verfärbung und Verkürzung der Nadeln deutlich sich zeigen, nicht schwierig. Die gallenförmig angeschwollene Nadelbasis und die Feststellung der orangeroten Larve in der Gallenhöhle nimmt der Diagnose jeden Zweifel. Es können allerdings Fälle vorkommen, in denen das Schadbild nicht so ausgesprochen ist (siehe oben), dann können Untersuchungen möglichst vieler befallener Nadelpaare in der Umgebung vielleicht Sicherheit gewähren. Wenn das Schadbild Zweifel aufkommen läßt, wobei es sich um die folgende Art (*C. baeri* Prell.) handeln könnte, so ist auf Larvenmerkmale (Fehlen der Brustgräte) zu achten.



Abb. 550. Kiefern-Kurztrieb mit aus der Scheide hervorstehender Puppenhülle. Daneben die isolierte Puppenhülle. Nach v. Tubeuf

Differentialdiagnostisch kommt noch der Fraß eines Rüsselkäfers, *Brachonyx pineti* Payk., des Kiefernnadelscheidenrüßlers (s. Bd. II dieses Werkes S. 340) in Frage, sowie die durch *Cec. baeri* hervorgerufene Mißbildung.

Brachonyx pineti ruft ganz ähnliche Veränderungen an den Nadeln hervor wie *brachyntera:* nämlich Kurzbleiben und Vergilben der Nadeln, Aufblähen der Nadelbasis und Abfallen der Kurztriebe. Da im zweiten Band dieses Werkes (S. 422) diesem Käfer nur wenig Bedeutung beigemessen wurde und auch die v. Tubeufschen Beobachtungen (1901) versehentlich unberücksichtigt geblieben sind, so seien hier einige Ergänzungen zu den dortigen Angaben über *Brachonyx pineti* Payk. gemacht:

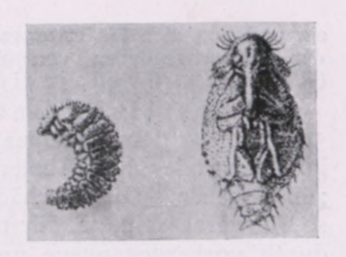




Abb. 551. Unten: Fraßbild von *Brachonyx pineti*, a gedrehte verkürzte Nadel mit verdickter Basis. Zwischen x und z Puppenlager; g zwei aufgeschnittene Kurztriebnadeln nach Entfernung der Scheide. Bei d die Puppe. Oben: Larve und Puppe von *Brachonyx pineti*. Nach Ratzeburg (aus v. Tubeuf)

Die Eiablage findet im Mai statt, und zwar an die junge Nadel oberhalb der Nadelscheide in ein hierzu genagtes Loch. Von hier aus miniert die gelbe Larve einen sich bräunenden kurzen Gang nach unten, erweitert ihn am unteren Ende zu einem offenen weiten Platz, der auch auf die zweite Nadel übergreift und als Wiege für die nach unten gerichtete goldgelbe Puppe dient (Abb. 551). Infolge dieses Fraßes bleibt die Nadel kurz, unten gedunsen und vergilbt. Gegen das Einbohrloch schließt den Gang ein Kotpfropfen ab. Der Käfer fliegt im Juli/August aus, um sofort mit Ernährungsfraß zu beginnen. Er setzt diesen nach der Überwinterung im Frühjahr auch an der Rinde bis zur Eiablage fort.

Zur Unterscheidung von *brachyntera*-Fraß ist auf folgende Punkte zu achten: Die befallenen Nadeln können in ihrem unteren Teil wohl sackartig aufgebläht sein, haben aber keine eigentliche Galle; sie fallen schon vor dem Herbst ab, so daß man im Winter und Frühling keine von *Brachonyx* befallenen Nadeln am Sproß vorfindet. Und endlich ist die Larve des Rüsselkäfers an dem deutlich abgesetzten Kopf unschwer von der Gallmückenlarve zu unterscheiden.

In dem von v. Tubeuf beschriebenen Fall (Lüneburger Revier) trat *Brachonyx* ungemein häufig auf, sowohl in Kulturen als auch in älteren Beständen, so daß teilweise 50 % mehr Nadeln der Triebe zum Abfallen gebracht wurden.

Über die Unterscheidung des *brachyntera*-Befalls von dem Befall der folgenden Gallmücke (*C. baeri* Prell.) siehe unten S. 559.

Vorkommen, Gradationen, Schädlichkeit usw.

Thecodiplosis brachyntera ist weit verbreitet und kommt allenthalben an der gemeinen Kiefer und Bergkiefer (besonders Krummholzkiefer, Latsche) vor, und zwar in allen Altersklassen; es wird kein Standort verschont, doch soll sie auf geringeren Bonitäten häufiger vorkommen als in frohwüchsigen; auch in Mischwäldern fehlt sie nicht. Von Zeit zu Zeit tritt unsere Gallmücke in starke Gradationen über weite Gebiete hin ein, die mehrere Jahre andauern.

So war anfangs der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts eine starke Vermehrung in Mitteldeutschland (Kreis Bitterfeld); bei dieser Gelegenheit wurde die Gallmücke von dem Förster Zimmer in Raschkau bei Düben entdeckt, der sie an Professor Schwägrichen in Leipzig zur Beschreibung einsandte (Zimmer 1833). 1860—1870 wird ein verheerendes Auftreten der Mücken an jungen Kiefern in Rußland (Gouv. Petersburg und Pensa) berichtet; 1867/68 ein massenhafter Befall über 40 000 Morgen in den mittleren und alten Kiefern- und Mischbeständen auf allen Bodenklassen bei Frankfurt a. d. Oder (Ratzeburg W. 432); 1879—1903 ein starkes Auftreten an dem Knieholz (Latschen) auf dem Kamm des Riesengebirges (in Verbindung mit *Lophyrus*-Fraß). 1887 trat sie im Reg.-Bez. Osnabrück „in nicht zu übersehender Weise" auf. Eine ganz große Gradation erfolgte in den Jahren 1890—1892, wo nicht nur alle Waldungen der damaligen Regierungsbezirke Potsdam, Frankfurt a. d. Oder, Bromberg, Posen und Liegnitz befallen waren, sondern auch ausgedehnte Gebiete im Harz und in Sachsen (Altum 1892). 1899 fand man ein Massenauftreten im Reg.-Bez. Lüneburg (v. Tubeuf 1901). Ein neues starkes Auftreten der *brachyntera*-Vermehrung setzte in den Jahren 1922/23

ein und zog sich bis etwa 1927/29 hin. Sie erstreckte sich über einen großen Teil der Kieferngegenden von Böhmen (50 000 ha!), ferner Sachsens und Bayerns (Komárek, Gradojević, Escherich, Prell, v. Tubeuf 1932).

Forstliche Bedeutung: Bei starker Vermehrung, bei der 50—100 % der Nadelpaare befallen sind, können einzelne Triebe verkümmern oder zum Absterben gebracht werden; in Kulturen können Pflanzen eingehen. Die Beschädigungen der Pflanzen werden in ihren Folgen um so schwerer sein, je dürftiger der Standort ist und je mehr die Pflanzen durch vorhergegangene und gleichzeitige Angriffe anderer Schädlinge zu leiden haben (s. v. Tubeuf 1932, 103—115). Außerdem wird durch ein starkes Auftreten der *brachyntera* die Disposition für sekundäre Insekten (*Pissodes*, Borkenkäfer) geschaffen.

v. Tubeuf schildert den Schaden in den Lüneburger Revieren folgendermaßen: „In den Lüneburger Revieren lagen nun zweifellos Kombinationen vor und die Rolle der verschiedenen Insekten war in den einzelnen Oberförstereien nicht gleich. Der Nadelverlust und in vielen Fällen das Absterben ganzer Triebe wurde besonders bei Sprakensehl und Unterlüß durch *Cecidomyia brachyntera* hervorgerufen, deren Gallen hier tatsächlich in ungeheuren Massen zu finden sind. Der Nadelverlust wird ferner in hohem Grade — wie besonders in Unterlüß, Bleckede (Bargmoor), Dannenberg beobachtet wurde — durch *Brachonyx pineti* verursacht. Es ist demnach weder *Cecidomyia brachyntera* noch *Brachonyx pineti* so harmlos, wie oft in der Literatur angenommen wird. Sie können eine Entnadelung der Triebe von 50, ja 80 % der Nadeln herbeiführen und in Kiefernbeständen, in denen andere Schädlinge selten fehlen, und die auf armen Boden stocken, einen ganz wesentlichen Einfluß auf Rückgang und Kränkeln ausüben."

In seiner späteren Arbeit (1932) faßt er seine Erfahrungen über die Schädlichkeit günstiger wie folgt zusammen: „Der Schaden ist von mir zum Teil schon in meinem Schüttebuch und in erweitertem Rahmen hier wieder bearbeitet. Die Insektentätigkeit an Kiefern der Kulturflächen besteht — abgesehen von dem Benagen der Sproßrinde durch einzelne Kiefernfeinde — ausschließlich im Verluste der Kurztriebe mit ihren Nadeln. Diese Entnadelung kann nur die jüngsten Nadeln betreffen oder auch die vor- und eventuell vorvorjährigen. Soweit nur die jüngsten Nadeln in Mitleidenschaft gezogen werden, wie es bei *Cecidomyia* und *Brachonyx* der Fall ist, da sie ja die erst schiebenden Mainadeln mit den Eiern belegen, so daß diese sich mindestens bis zu 1/3—1/2 der normalen Nadeln entwickeln, waren diese immerhin bis zum Herbst noch assimilatorisch tätig. Wenn die vorjährigen Nadeln von anderen Insekten ‚befressen' wurden, waren sie schon ausgewachsen. Es könnte nun sein, daß sämtliche Nadeln des neuen Jahres befallen und daß alle ihre Kurztriebe im Herbst verloren würden. Dann stünden also die letzten Jahrestriebe im nächsten Frühjahr kahl da und hätten auch keine Kurztriebe zur Reproduktion mehr. Ein solcher totaler Verlust aller Kurztriebe ist mir noch nicht vorgekommen. Wenn er aber vorkäme, so würden doch die Gipfel- und Quirlknospen unbeschädigt vorhanden sein und im Mai austreiben, solange die Nadeln der nächstälteren Triebe erhalten sind. (Bei allem Material, was ich sah, war es so — allerdings sah ich, wie gesagt, nicht totalen Nadelverlust.) Man müßte also, wenn man eine stark schädigende Wirkung voraussetzt, annehmen, daß auch im folgenden Jahr und eventuell so weiter ein totaler

Kurztriebverlust einträte. So etwas ist nicht bekannt. Doch sei die Aufmerksamkeit auf den Verlauf solcher Kalamitäten gerichtet. Natürlich würden dann auch die Insekten selbst bald eine wesentlich geringere Unterkunftsmöglichkeit finden und abnehmen."

„Ich habe auch nicht beobachtet, daß infolge von Kurztriebverlust durch *Dipl. brachyntera*, der immer erst nach voller Entwicklung des Maitriebes (im Herbste oder dem folgenden Winter) eintritt, irgendwelche Reproduktionsorgane (etwa Austreiben von Scheidenknospen) eingetreten wären. Dazu lag ein genügender Reiz nicht vor, da im folgenden Jahre die Maitriebe sich entwickelten und ihre Kurztriebe bilden konnten und die vorjährige Benadelung auch höchstens zum Teil verloren worden war."

Natürliche Feinde. Unter den Feinden sind vor allem einige Schlupfwespen zu nennen: *Ceraphron brachynteri* Schwaegr. und *Microcyclops pini* Kieff. Nach Zimmer und Schwaegrichen vermehre sich die erstere Art im gleichen Maße mit der Larve und sei imstande, die Mücken, wenn sie sich auch noch so stark vermehrt haben, in einem Jahr fast gänzlich zu vernichten. Desgleichen berichtet Gradojević von der zweiten Art *(Microcyclops)*, die sich nach seinen Beobachtungen in Böhmen (wo *Ceraphron* zu fehlen schien), so rasch vermehrte, daß sie die *brachyntera* bald einholte und unschädlich machte. Außer den Schlupfwespen sind auch noch Spinnen und Nematoden als Feinde der *brachyntera* festgestellt worden. Gradojevič macht auch auf eine Pflanze aufmerksam, die in seinem Beobachtungsgebiet als eine Art Falle dient *(Cerastium semidecandrum* L.), deren Halm dicht mit klebrigen Haaren bewachsen ist. Auf jedem Exemplar dieser Pflanze konnten mehr als 20 angeklebte Gallmücken gefunden werden. Und da *Cerastium* ganze Flächen bedeckte, hatte sie zweifellos einen großen Anteil an der Mückenvertilgung, zumal es gerade Weibchen waren, die sich auf den Pflanzen gefangen hatten.



Abb. 552. Kiefernzweig mit aufrechtstehenden gesunden grünen und abwärts gerichteten von *C. baeri* befallenen braunen Nadeln. Nach K. Eckstein

Eine mechanische oder chemische Bekämpfung ist nicht durchführbar. Die verschiedentlich vorgeschlagene Bodenbearbeitung, wie Zusammenrechen und Verbrennen der Nadelstreu, ist zwecklos, da dadurch ja nur ein kleiner Teil der Larven bzw. Puppen erfaßt und außerdem viele nützliche Parasiten vernichtet werden.

Cecidomyia (?) baeri Prell

Die nadelknickende Kieferngallmücke

Im Jahre 1929 machte K. Eckstein (in der „Silva") unter Beigabe ausgezeichneter photographischer Aufnahmen auf die von ihm schon länger beobachtete Erscheinung aufmerksam, daß an jungen Kiefern zahlreiche Nadeln nach unten abgebogen bzw. abgeknickt und gebräunt sind und dann später abfallen, und stellte die Frage: wer ist der Urheber? Schon im folgenden Jahr gibt v. Butovitsch (1930), der damals Assistent im Ecksteinschen Institut war, die Antwort, indem

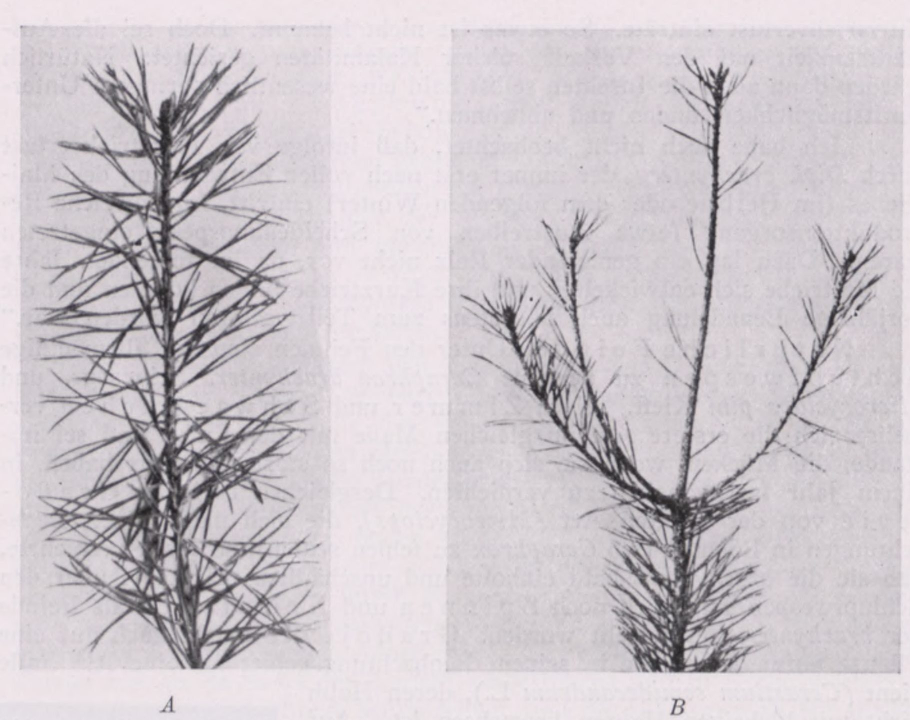


Abb. 553. Kiefernzweig mit starkem Befall durch *C. baeri* Prell. A mit zahlreichen geknickten Nadeln; B nach Abfall der befallenen Nadeln. Nach Prell

er eine Gallmückenlarve als Urheber jener Erscheinung nachwies. Er gibt eine Beschreibung der zitronengelben Larve und stellt die Unterschiede, die zwischen dieser und der Larve von *Thecodiplosis brachyntera*, sowie auch zwischen den von beiden verursachten Schadbildern scharf gegenüber. Wieder ein Jahr später veröffentlicht Prell eine ausführlichere Arbeit, in der er der neuen Gallmücke auf Grund der Kenntnis der Larve und des eindeutigen biologischen Bildes einen Namen gibt *(Cecidomyia baeri)* und nähere Angaben über das Vorkommen und die Art der Beschädigung macht. Wieder ein Jahr später beschäftigt sich v. Tubeuf (1932) in seiner Arbeit über *Th. brachyntera* mit der neuen Gallmückenart, die auch ihm schon seit langem bekannt gewesen sei und gibt eine sehr instruktive schematische Abbildung der „Krückstockkrankheit", „deren Klischee vor mehreren Jahren hergestellt worden sei". Viel Neues ist indes in der v. Tubeufschen Arbeit nicht enthalten.

Die Veränderungen, die der Kurztrieb durch den Befall von *Cec. baeri* erfährt, äußern sich in den typischen Fällen hauptsächlich in zwei Merkmalen: 1. die Nadelpaare, die die normale Länge besitzen, sind mehr oder weniger stark nach unten gebogen (Abb. 552 u. 553 A); 2. ihre Färbung ist zunächst noch grün, um allmählich in eine von der Basis ausgehende Gelbfärbung und schließlich Bräunung überzugehen, und 3. mit der Verfärbung tritt eine Lockerung der Kurztriebe ein, die infolgedessen leicht abfallen; der Abfall tritt gewöhnlich Ende August, Anfang September ein, so daß die befallenen Triebe im Spätherbst je nach der Stärke des Befalls größere oder kleinere Lücken in der Benadelung aufzeigen, oder überhaupt fast gänzlich entnadelt sind (Abb. 553 B).

Untersucht man die Nadeln näher (man kann die Nadeln leicht aus der Scheide herausziehen), so zeigt sich der Nadelgrund stark verengt,

fadendünn und meist mit gerunzelter oder furchiger Oberfläche (im Gegensatz zu der Anschwellung des Nadelgrundes bei *brachyntera);* die verengte Stelle ist gewöhnlich graubraun, braun, violettbraun oder schwärzlich und oft mehr oder weniger verharzt. „Der verdünnte Nadelgrund verliert den Turgor und hat nicht mehr die Festigkeit, die Nadeln gerade zu halten. Infolgedessen geben sie der Schwerkraft nach und senken sich; immerhin stecken sie noch in der Scheidenröhre und erhalten dadurch noch einen Halt, ja die Scheidenröhre wird durch ihren Zug selbst gekrümmt (nicht geknickt), so daß die Gestalt eines K r ü c k s t o c k e s entsteht (Abb. 554). Der Kurztrieb und die Nadeln sind in dieser Lage „durch Trocknis erstarrt" (v. T u b e u f spricht von der „Krückstockkrankheit der Kiefernkurztriebe").

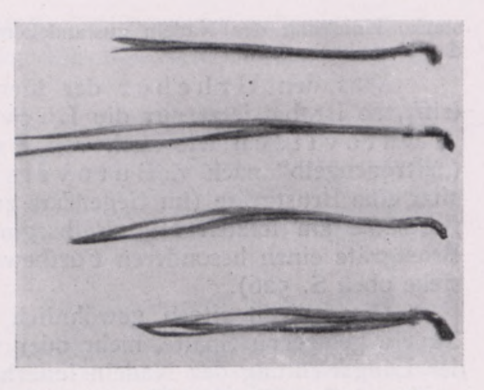
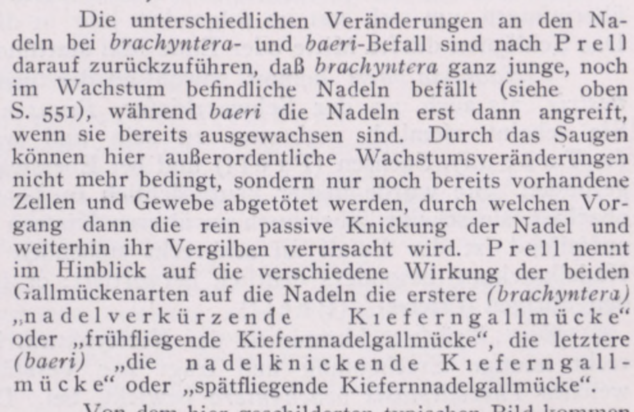


Abb. 554. Krückstockartig abgebogene Kurztriebe. Nach v. B u t o v i t s c h



Abb. 555. a seitlich aufgeschnittenes verkürztes Nadelpaar mit grundständiger Gallenkammer von *Th. brachyntera* Schwaegr.; b seitlich aufgeschnittenes von *C. baeri* Prell befallenes Nadelpaar; Gallenkammer liegt weiter oben. Nach P r e l l



Die unterschiedlichen Veränderungen an den Nadeln bei *brachyntera-* und *baeri-*Befall sind nach P r e l l darauf zurückzuführen, daß *brachyntera* ganz junge, noch im Wachstum befindliche Nadeln befällt (siehe oben S. 551), während *baeri* die Nadeln erst dann angreift, wenn sie bereits ausgewachsen sind. Durch das Saugen können hier außerordentliche Wachstumsveränderungen nicht mehr bedingt, sondern nur noch bereits vorhandene Zellen und Gewebe abgetötet werden, durch welchen Vorgang dann die rein passive Knickung der Nadel und weiterhin ihr Vergilben verursacht wird. P r e l l nennt im Hinblick auf die verschiedene Wirkung der beiden Gallmückenarten auf die Nadeln die erstere *(brachyntera)* „n a d e l v e r k ü r z e n d e K i e f e r n g a l l m ü c k e" oder „frühfliegende Kiefernnadelgallmücke", die letztere *(baeri)* „die n a d e l k n i c k e n d e K i e f e r n g a l l m ü c k e" oder „spätfliegende Kiefernnadelgallmücke".

Von dem hier geschilderten typischen Bild kommen auch A b w e i c h u n g e n vor, einmal dahingehend, daß die befallenen Nadeln manchmal sperrig und etwa horizontal von der Triebachse abstehen und manchmal überhaupt eine deutliche Richtungsänderung nicht erkennen lassen, ja bisweilen nicht die geringste Spur einer Verbiegung zeigen; und sodann, daß Nadelverkürzungen (ähnlich wie bei *brachyntera)* eintreten, eventuell auch eine glatte Gallenkammer zwischen den Nadeln sich bildet. Diese sitzt aber dann nicht tief unten an der Basis des Nadelpaares, wie bei *brachyntera,* sondern in einem nicht unerheblichen Abstand vom Nadelgrund (Abb. 555). „Die Nadeln selbst sind in diesem Fall manchmal bis über die Höhe der Nadelscheide miteinander verwachsen. Verhältnismäßig oft ist das aber nur auf der einen Seite geschehen, während auf der anderen Seite die Sonderung der Nadeln sich mehr oder weniger weit bis zur Nadelbasis verfolgen läßt. Schließlich kann auch bei der an und für sich seltenen Verkürzung eine mäßige oder eine

starke Knickung der Nadeln zustandekommen, während eine rundliche Verdickung der Nadelbasis fehlt."

Was den Urheber der hier beschriebenen Nadelerkrankung betrifft, so ist bis jetzt nur die Larve desselben bekannt, die sowohl von v. Butovitsch wie auch von Prell beschrieben wird. Sie ist gelb („zitronengelb" nach v. Butovitsch, „orangegelb" nach Prell), besitzt eine Brustgräte (im Gegensatz zu *brachyntera)* und paarige dornartige Fortsätze am letzten Hinterleibsegment (welche in Verbindung mit der Brustgräte einen besonderen Fortbewegungsapparat, Springapparat, bilden, siehe oben S. 526).

Die Larven sitzen gewöhnlich seitlich in der zwischen den beiden Nadeln gelegenen Spalte, mehr oder weniger weit in diese eindringend, in der Längsrichtung der Nadeln innerhalb der Nadelscheide, oder aber auch an der Außenseite der Nadeln unter den Deckschuppen. Prell fand niemals mehr als eine oder zwei Larven in einem Nadelpaar, während v. Butovitsch bei Eberswalde oft zwei bis drei, ja bis fünf Larven an einem Nadelpaar feststellen konnte. Nicht an allen veränderten Nadeln wurden Larven gefunden; vielleicht handelt es sich dabei um eine durch Harzaustritt veranlaßte Auswanderung, eventuell um ein vorzeitiges Verlassen der Nadeln zum Zwecke der Verpuppung, die im Boden stattfindet [1]). Wahrscheinlich werden, wie bei so vielen anderen Gallmücken, die Larven überwintern, um sich erst im folgenden Jahr in die Puppe zu verwandeln. Das Schlüpfen dürfte Mitte oder Ende Mai stattfinden (siehe oben S. 552) [2]).

Cecidomyia baeri kommt sowohl an der gemeinen Kiefer, *Pinus silvestris,* als auch an der Schwarzkiefer, *Pinus nigra* (v. Tubeuf) vor. Sie scheint ziemlich verbreitet zu sein und wurde bisher in Bayern (v. Tubeuf), Sachsen (Prell) und bei Eberswalde (v. Butovitsch) gefunden. Sie wurde bisher hauptsächlich in 5—10jährigen Kulturen beobachtet, sie scheint „aber auch an älteren Kiefern nicht zu fehlen". „Sehr auffallend ist der Befall an senkrecht stehenden Trieben, weil dann die Nadelknickung besonders deutlich hervortritt; er fehlt aber keineswegs an den übrigen Trieben" (Prell).

Die „Krückstockkrankheit der Kiefernkurztriebe" ist zweifellos eine recht häufige Erscheinung und trägt zur Verstärkung des Schadbildes, welches *Thecodiplosis brachyntera* bewirkt, bei. Die forstliche Bedeutung ist ähnlich zu bewerten wie die der letzteren.

Prell weist darauf hin, daß manche Autoren die Krückstockkrankheit wohl beobachtet haben, sie aber mit anderen Gallmückenarten in Zusammenhang brachten, so Bouché (1834) mit *Cecidomyia pini* Deg., und Boas in seinem Lehrbuch (1923) mit *Thecodiplosis brachyntera* Schwaegr.

---

[1]) Bei den von v. Butovitsch zwischen den Nadeln gefundenen Tönnchen konnte es sich nicht um die Puppe der Gallmücke gehandelt haben (da ja die Gallmücken keine pupa coarctata besitzen), sondern höchstwahrscheinlich um die Reste von parasitenbefallenen Gallmückenlarven, wie solche auch von Prell gefunden wurden.

[2]) v. Butovitsch hat in seinen Zuchten bereits im September (des Fraßjahres!) eine Mücke erhalten, die aber in Verlust geraten ist. Es ist kaum anzunehmen, daß diese Mücke der Art angehört, die die Schäden verursacht hat. Prell meint hierzu, daß der Verlust der Eberswalder Mücke vielleicht als ein Glücksumstand zu buchen sei, insofern als dadurch die Möglichkeit zu Irrtümern über den Erzeuger der Kiefernschäden ausgeschaltet wurde.

Die Erkennung des *baeri*-Befalls ist, soweit es sich um typische Fälle handelt, nicht schwer, wie aus der folgenden Gegenüberstellung hervorgeht:

Cec. baeri Prell	Thecodiplosis brachyntera Schwaegr.
Larve: orangegelb, Länge 1,25 bis 1,75 mm, Brustgräte vorhanden, gut sichtbar, gut entwickelte große Terminalfortsätze; in der Nadelscheide zwischen und neben den Nadeln lebend.	Larve: orangerot oder rot, 2,0 bis 2,5 mm, ohne Brustgräte, Terminalfortsätze nur sehr klein; in der Nadelscheide, stets zwischen den Nadeln lebend.
Nadeln: meist nicht oder nur unmerklich verkürzt, nach unten gebogen, Nadelgrund verengt, eingeschrumpft ohne deutliche Larvenwanne, Kurztriebe meist schon im September abfallend.	Nadeln: meist stark verkürzt, an der Basis zu einer Galle mit deutlicher Larvenkammer angeschwollen. Kurztriebe zum Teil noch bis zum nächsten Frühjahr am Sproß verbleibend.

Es können allerdings Fälle vorkommen, in denen die Unterscheidung nicht so einfach ist: wenn nämlich die *brachyntera*-Nadeln nicht oder nur wenig verkürzt (siehe oben S. 550), andererseits aber die *baeri*-Nadeln verkürzt sind, was allerdings nur selten vorkommt (s. oben S. 557). Die hier etwa entstehenden Zweifel können aber durch Untersuchung der Larven (ob Brustgräte vorhanden oder fehlend) leicht behoben werden.

Eine rationelle Bekämpfung ist ebensowenig wie bei *brachyntera* durchzuführen.

Cecidomyia pini Deg.

Kiefernharzgallmücke

Syn. *C. pini-maritimae* Duf. *(C. pilosa* Bremi.)

Cecidomyia pini Deg. besitzt eine umfangreiche Literatur; v. Tubeuf (1930) gibt eine ausführliche Übersicht über alles, was bis jetzt bekannt geworden, und vervollständigt das Bild „dieser fast sagenhaft geschilderten" Gallmückenart durch Beigabe von zwei Tafeln mit Abbildungen älterer Autoren (Ratzeburg, Perris, Borries, Rübsaamen) und einigen eigenen Zeichnungen.

Wenn auch der Kiefernharzgallmücke keine oder jedenfalls nur eine sehr unwesentliche wirtschaftliche Bedeutung zukommt, so sei hier im Hinblick darauf, daß sie in der forstlichen Literatur mehrfach behandelt wird, wenigstens in kurzen Strichen das Wichtigste aus den bisherigen Beobachtungen angeführt.

Die Anwesenheit von *C. pini* macht sich durch einen 2,5—3 mm langen, weißen, länglich ovalen Kokon bemerkbar, dessen eines Ende gewöhnlich in einen geraden oder gebogenen, innen hohlen und an der Spitze offenen Zapfen ausgezogen ist (Abb. 556). Dieser Kokon (in der Literatur vielfach fälschlich als „Galle" bezeichnet) ist den ganzen Winter über auf den völlig gesund aussehenden Nadeln zu finden. Er kommt aber auch an anderen Stellen wie z. B. an der Triebrinde vor. Er besteht aus zwei Schichten: die äußere ist aus einem harzartigen Stoff gebildet, der sich in Alkohol und Äther auflösen läßt, bei Erwärmung schmilzt und mit harzigem Geruch verbrennt; die innere Schicht stellt eine sehr dünne seidenartige glänzende glatte Haut dar, die aus feinen Fäden ge-

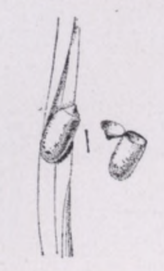


Abb. 556. Harzkokon von *Cecidomyia pini* Deg. an der Nadel und nach dem Ausschlüpfen mit abgestoßenem Deckel. Nach Ratzeburg (etwas verändert)

sponnen erscheint. Wie dieser Kokon zustandekommt, ob nur durch eine Art Ausschwitzung durch die Haut oder durch Ausschwitzung (äußere Schicht) und nachträgliches Spinnen (innere Schicht) ist noch nicht völlig geklärt. In dem Kokon überwintert die Larve, um sich im Frühjahr einige Wochen vor dem Schlüpfen zu verpuppen. Wenn das fertige Insekt im Mai den Kokon verlassen will, wird derselbe von der Puppe gesprengt (mit den Bohrhörnchen), und zwar in der Weise, daß das zu einem Zapfen ausgezogene Vorderende wie ein Deckel abgehoben wird (Abb. 556 rechts). Nachdem die Imago, deren Leib orangerot gefärbt ist, geschlüpft ist, steht die Puppenhaut weit aus dem Kokon heraus (Abb. 557).

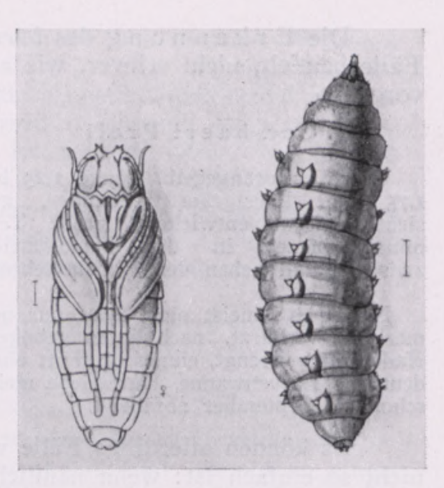


Abb. 558. Puppe (links) und Larve (rechts) von *Cec. pini* Deg. Auf der Larve sind die blasenartigen Rückenfortsätze zu sehen. Nach Ratzeburg

Die dottergelbe Larve von *C. pini* ist sehr eigenartig und charakteristisch, so daß sie leicht zu erkennen ist. Ratzeburg (1841) gibt eine ausgezeichnete Beschreibung davon. Es ist vor allem ein Merkmal, durch das die *pini*-Larve sich von den meisten anderen Cecidomyiden-Larven unterscheidet: Am Rücken stehen auf Segment 1—7 je zwei auffallende doppelarmige zugespitzte blasenartige Fortsätze von harter Konsistenz (Abb. 558). Dann ist auch die Verteilung der Stigmen insofern abweichend, als die Abdominal-Segmentpaare nicht in ununterbrochener Reihe von Segment 1—8 stehen, sondern daß Stigma 8 erst am letzten Segment sich befindet (also das vorletzte Segment stigmenfrei ist).



Abb. 557. Kokon von *Cec. pini* Deg. mit herausgezogener Puppenhülse (nach dem Ausschlüpfen). Links vergrößert, rechts natürliche Größe. Nach v. Tubeuf

Die Larven scheinen (im Gegensatz zu den meisten anderen Gallmückenlarven) recht beweglich zu sein. Ratzeburg (1841) sah sie „fast nach Art der Raupen herumkriechen". „Mit gesträubten Rückenblasen und weit vorgestrecktem, rechts und links suchendem Kopfteil bewegten sie sich langsam vorwärts, indem die Körperringe auf ihre kleinen wulstig hervortretenden Ränder gestützt, sich abwechselnd zusammenzogen und ausdehnten. Das letzte Segment wurde als Nachschieber gebraucht."

Über die Lebensweise der jüngeren Stadien der Larve, vor allem auch über die Ernährungsweise ist, soweit es sich um das Vorkommen auf Kiefer handelt, noch wenig bekannt. So viel dürfte aber feststehen, daß der Ort, wo der Kokon gebildet wird, nicht die eigentliche Fraßstelle ist. Wahrscheinlich wird die bewegliche Larve Wanderungen unternehmen, um an geeigneten Stellen (vielleicht an der Triebrinde, worauf auch schon eine Angabe De Geers hin-

weist) ihre Saugtätigkeit auszuüben, wobei Harzausfluß mitbeteiligt zu sein scheint (s. unten).

Neben dem Vorkommen auf Kiefern scheint *Cec. pini* Deg. auch auf Fichte (und Tanne) zu leben, wenigstens hält Borries (1891) die von ihm in Dänemark an Fichte gefundene Gallmücke für identisch mit *pini*, ebenso auch die von Bremi 1847 aus der Schweiz ebenfalls von Fichte beschriebene *Cec. pilosa* (die seit Bremi nicht mehr gefunden wurde). Da die Beobachtungen von Borries geeignet sind, manche noch ungeklärten Punkte der Bionomie von *C. pini* zu klären, sei hier das wichtigste aus der Übersetzung v. Tubeufs angeführt:

Nach Borries hat pini in Dänemark zwei Generationen. Das erste Schlüpfen findet Ende Mai statt. Nach der Paarung legt das Weibchen die Eier auf die Unterseite der frischen Maitriebe und hier nagt die junge Larve Löcher in die Rindenschicht, um den zuströmenden Saft zu bekommen. In der ersten Hälfte Juli ist sie ausgewachsen; sie bildet dann den Kokon und verpuppt sich darin. Darauf folgt das zweite Schlüpfen von Mitte Juli bis Anfang August. Die Larven dieser Generation fressen bis etwa Mitte Oktober, um dann den Kokon zu bilden, in dem sie überwintern. Die Fraßstelle der Larven findet sich immer auf der Unterseite des Triebes, und zwar auf dem Stengel oder an der Basis der Endknospe. Die Larven der Frühjahrsgeneration findet man häufig im Zusammenhang mit dem Fraß von *Semasia ratzeburgiana* Sax. Die Raupe dieses Wicklers befrißt die Nadeln und die Rinde der jungen Maitriebe in Längsstreifen (siehe Bd. III dieses Werkes S. 308). Diese Fraßstellen werden im Frühsommer von den *pini*-Weibchen zur Eiablage aufgesucht. Die davon stammenden Larven fressen in den Wunden von Bast und Rinde, wodurch sie die starke Harzausscheidung, die der Wunde ein häßliches Aussehen gibt, hervorrufen. Man sieht manchmal schmale Rindenrinnen, an denen die Gallmückenlarven sich aufhalten (Abb. 559 B). Wie weit diese Verletzungen von *S. ratzeburgiana* oder von den *pini*-Larven herrühren, ist schwer zu sagen. Die Larven der Herbstgeneration (September/Oktober), die mehr einsam leben, fand Borries Anfang Oktober in großen Harztropfen auf den fürs nächste Jahr bestimmten Endknospen (Abb. 559 A), und zwar in einer Grube, die die Larven (eine oder mehrere zusammen) in die Knospen gemacht hatten. Die Larven scheinen sich in den Harztropfen recht wohl zu befinden, und man kann sie in denselben sich bewegen sehen. Vielleicht, meint Borries, dienen die eigentümlichen blasenartigen Fortsätze am Rücken der Larven zur Fortbewegung im Harz.

Über die Art der Kokonbildung teilt Borries mit: Wenn die Larve ausgewachsen ist, legt sie sich zur Ruhe mit einem Teil des Leibes, so daß meist ein Teil des Vorderleibes frei in die Luft ragt. Während der Ruhe der ersten Tage sieht man die harzartige Schicht allmählich hervorkommen als einen wasserklaren klebrigen Überzug auf der ganzen Oberfläche des Körpers. Etwas davon fließt auf die Unterlage und befestigt die Larve an sie. Dieser harzartige Ausfluß wird also offenbar von der Larve durch die Körperhaut ausgeschieden. Wenn nach einigen Tagen der Harzkokon seine Größe hat, so beginnt die Larve, deren Fettleib inzwischen stark geschwunden ist, den eigentlichen Kokon, bzw. die innere Auskleidung zu spinnen.

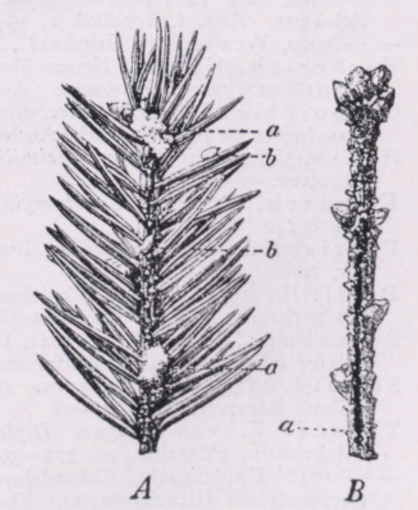


Abb. 559. *Cecidomyia pini* an Fichte. A Harzklümpchen (a) auf der Unterseite eines Triebes und Kokon (b) am Trieb und auf der Nadel. B Entnadelter Fichtentrieb mit langer Furche, an der sich *pini*-Larven aufhalten. Nach Borries (aus v. Tubeuf)

Borries fand *pini* nur in dem künstlich angelegten Pinetum des Botanischen Gartens in Kopenhagen, wo sie

auf Fichten *(Picea)* und Tannen *(Abies)* auftrat, und zwar mitunter auf einzelnen Bäumen in großer Zahl, ja oft fast auf jedem Endtrieb. Die forstliche Bedeutung, auch auf der Fichte, ist sicher nur untergeordnet. Die Wunden, die die Larven verursachen, sind nicht groß; auch der Schaden an den Endknospen durch Nagen und Saftverlust kann nicht hoch angeschlagen werden.

Das Vorkommen von *C. pini* auf Fichte wurde auch von Cholodkowski (1894, s. S. 570) bestätigt, der die Art bei Leningrad als eine der häufigsten Gallmücken sowohl auf Kiefer wie auf Fichte fand. Die von ihm beobachtete Art stimme größtenteils mit der typischen *pini* überein, nur handle es sich um eine etwas kleinere Rasse.

Literatur

über Gallmücken an Kiefer

Altum, 1892, Das Auftreten der Kiefernnadelscheiden-Gallmücke *(Cecidomyia brachyntera* Schwägr.) im Jahre 1891. Z. f. F. u. Jgdw. 24, 327—335.

Boas, J. E. V., 1923, Dansk Forstzoologi. 2. verb. Aufl. Kopenhagen.

Borries, 1891, Nogle nye Jagttagelser over dankse Naaletrae Insecter. (Einige neue Wahrnehmungen über dänische Nadelbauminsekten.) I. *Cecidomyia pini* De Geer. Tidsskr. for Skovbrug S. 239—250.

Bouché, F., 1834, Naturgeschichte der Insekten, besonders in Hinsicht ihrer ersten Zustände als Larven und Puppen. 1. Lieferg. S. 25—26. Berlin.

Butovitsch, V., 1930, Beitrag zur Kenntnis einer an Nadeln der Kiefer lebenden Cecidomyide. Silva *18,* 373—374.

Degeer, K., 1782, Abhandlungen zur Geschichte der Insekten (übersetzt von E. Goeze). Bd. VI. Nürnberg.

Eckstein, K., 1893 a, Die Beschädigung unserer Waldbäume durch Tiere. I. Bd.: Die Kiefer. Berlin (Paul Parey).

— — 1893 b, Die Kiefernnadelscheidengallmücke, *Diplosis (Cecidomyia) brachyntera* Schwägr. Z. f. F. u. Jgdw. S. 77—84.

— — 1925, Die Kiefernnadelscheidengallmücke, *Diplosis (Cecidomyia) brachyntera* Schwägr. Anz. f. Schdlkd. *1,* 55—56.

— — 1929, Wer ist der Urheber? Silva *17,* 412—414.

Escherich, K., 1925, Neues über die Kiefernnadelscheidengallmücke, *Thecodiplosis brachyntera* Schwaegr. Anz. Schädlkd. *1,* 80—81.

Gradojević, M., 1924, *Thecodiplosis brachyntera* Schwägr., Cécidomyie nuisible aux forêts de pins en Tschechoslowaquie. Lesn. prace. *3.*

Haass, 1883, Über *Lophyrus similis* u. *Cecidomyia brachyntera.* Jahrb. Schlesisch. Forstver. 58—60.

Komárek, J., 1924, *Cecidomyia brachyntera* v borech Moravského pole. Čsl. les. č 13.

Perris, Ed., 1870, Insects du Pine maritime. Diptères. An. Soc. ent. France 4 ser. *10.*

Prell, H., 1931, Die nadelknickende Kieferngallmücke *(Cecidomyia baeri* n. sp.), ein verbreiteter neuer Kiefernschädling. Thar. forstl. Jahrb. *82,* 36—52.

Ratzeburg, J. Th. Chr., 1841, Über den Bau und die Lebensweise zweier an der Kiefer lebenden Gallmückenlarven. Arch. f. Naturg. *7,* 233—247. Taf. X.

Schmid, 1883, Über *Lophyrus similis* u. *Cecidomyia brachyntera.* Vereinschr. Böhm, Forstver. *125,* 91—96.

Tubeuf, K. von, 1930 a, *Diplosis pini* Deg. (Cecidomyiden-Studien). Z. f. Pflzkrkh. u. Pflzschtz. *40,* 375—390, 2 Taf.

— — 1932, Epidemische Entnadelung (Kurztriebverlust) der Kiefernsprosse durch Cecidomyiose (Brachynterie). Ebenda *42,* 58—88, 97—121. Mit 22 Abb.

— — 1933 a, Ein ungewöhnlicher Fall von ausgedehnter Cecidomyiose in einem Kiefernstangenholz. Ebenda *43,* 29—30. 1 Abb.

— — 1933 b, Cecidomyiosen-Epidemie in Kiefernbeständen Deutschlands im Jahre 1932/33. Ebenda, 169,

Zimmer, 1833, Bemerkungen über die Lebensart einiger schädlicher Forstinsekten, mit einem Vorwort von Professor Schwägrichen. Pfeils Krit. Blätt. *9,* 1, 161—169.

2. An Fichte

An Fichte sind bis jetzt 10 Gallmücken festgestellt worden, wovon 3 Arten an der Sproßachse bzw. den Nadeln und 7 Arten in den Zapfen, im Samen oder den Samenschuppen vorkommen.

Zu den ersteren gehören: *Dasyneura abietiperda* Hensch., *Dasyneura piceae* Hensch. und *Cecidomyia pini* Deg.; zu den Zapfenbewohnern: *Plemeliella abietina* Seitn., *Kaltenbachia (Perrisia) strobi* Winn., *Camptomyia strobi* Kieff., *Coprodiplosis coni* Kieff., *Clinodiplosis strobi* Kieff. (= *piceae* Kieff.), *Lestodiplosis holstei* Kieff. und *Winnertzia conorum* Kieff.

a) An Trieben

Dasyneura abietiperda Hensch.

Fichtengallmücke, Fichtentriebgallmücke

Syn. *Cecidomyia piceae* R. Hartig (nec Henschel),
Cecidomyia abietiperda Hensch.,
Perrisia abietiperda Hensch.

Der Entdecker dieser Gallmücke, Forstmeister Joseph Czech, beschreibt (1880, S. 258) die stark besetzten Triebe als „äußerlich stellenweise aufgetrieben, fast ganz entnadelt, verkrümmt, eingeschrumpft und meist mit verkleinerten Endknospen (Abb. 560); ihr Aussehen fällt schon von weitem auf, besonders wenn viele Zweige besetzt sind". „Längs des Triebes liegen die Larven in tönnchenförmigen Höhlungen, welche (vielleicht erst zur Zeit der Verpuppung) mit einem braunen Häutchen ausgekleidet sind und, zumeist von der Gegend des Nadelpolsters ausgehend, durch Rinden und Holzkörper, bei schwächeren Zweigen bis in die Markröhren reichen, und zwar von außen nach innen scharf nach abwärts gerichtet."

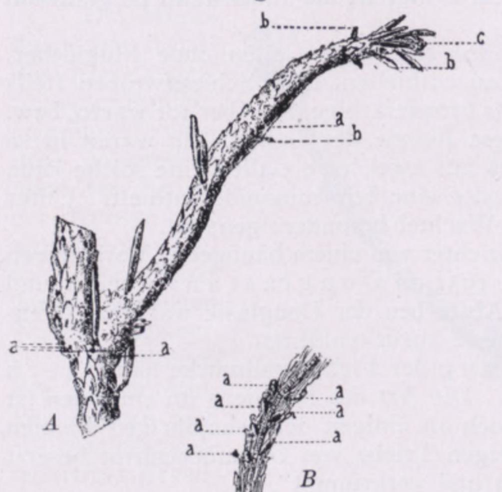


Abb. 560. A Ein von *Dasyn. abietiperda* Hensch. stark besetzter Fichtentrieb (stellenweise aufgetrieben, fast ganz entnadelt, verkrümmt). a Schlupflöcher, b herausstehende Puppenhülsen (nach dem Schlüpfen). B Längsschnitt durch ein Stück des Triebes mit zahlreichen Gallenkammern (a). Nach Czech



Abb. 561. Längsschnitt durch einen Fichtentrieb mit Gallen von *Dasyn. abietiperda* Hensch. a heuriger Trieb mit noch von Larven besetzten Gallen in den Knospen an seiner Basis; b vorjähriger Trieb mit bereits verlassenen Gallen. Nach R. Hartig (aus Nitsche)

Czech nimmt zwei Generationen an, von denen die erste im April und Mai schwärmt, die zweite im Juni. Die Eiablage der ersten Generation findet mehr konzentriert um die eben aufbrechenden Knospen statt, während die der zweiten Generation mehr auf die ganze Länge des noch weichen Jahrestriebes sich erstreckt, wobei je ein Ei vornehmlich in die Einsenkung oberhalb des Nadelansatzes gelegt wird.

Die von Czech im April in einer noch nicht geschlossenen, rund 10jährigen Fichtenkultur gefundenen Triebe waren ihrer ganzen Länge nach ziemlich dicht besetzt mit orangeroten Maden und zum Teil auch schon mit Puppen, aus denen kurz darauf die Imagines schlüpften, von denen ein Weibchen abgebildet wird. Die Beschreibung dieser Art übernahm damals der sehr bekannte Dipterologe Henschel (1880, 371—372).

Zwölf Jahre später beschreibt R. Hartig (1893 a, 6—8) eine im Ebersberger Park gefundene Fichtengallmücke unter dem Namen *Cecidomyia ? piceae.* Nach der Darstellung der Bionomie, vor allem der Form und Lage der Larvenkammer (Abb. 561), handelt es sich dabei um die gleiche Art wie die Czechsche, von der Hartig damals keine Kenntnis hatte. Hartig selbst nimmt später (1893 b) die Identität der beiden Arten an, wenn dieselben auch in der Art des Vorkommens und der Wirkung einige Abweichungen zeigten: Die Gallen im Ebersberger Park fanden sich nämlich im obersten Gipfel 80—100jähriger Fichten und beschränkten sich bei sonst unbeschädigten Trieben auf das Innere der untersten Knospen des Jahrestriebes; nur an (von der Nonne) entnadelten Trieben kamen die Gallen auch in der Rinde der Triebe vor, die aber dann, im Gegensatz zu den Beobachtungen von Czech, äußerlich keinerlei Veränderungen erkennen ließen. Die Gallen selbst aber stimmen mit den von Czech beschriebenen völlig überein („sie besitzen eine ziemlich solide feste Wandung und lassen sich aus dem lockeren Rindengewebe leicht isolieren; die Innenwand ist glänzend glatt, hellbräunlich").

An zweijährigen Trieben fanden sich noch Gallen ohne Fluglöcher, die entweder verpilzte Mückenpuppen enthielten, oder Schlupfwespen (teils schwarzgefärbte, noch lebendige, teils bronzefarbige, die aber tot waren, bzw. nicht ausschwärmen konnten). Diese Feinde der Gallmücken waren in so großer Menge vorhanden, daß gewiß auf zwei leere Gallen eine solche kam, die entweder eine verpilzte Puppe oder eine Ichneumonide enthielt. Unter den letzteren wird *Torymus heyeri* Wachtel besonders genannt.

Schimitschek (1935) berichtet von einem häufigeren Vorkommen der Fichtentriebgallmücke im Jahre 1931 an Douglastanne bei Gmund in Kärnten. Das dort beobachtete Absterben der Douglasie war aber offensichtlich auf standörtliche Verhältnisse zurückzuführen.

Die forstliche Bedeutung der Fichtengallmücke hält Czech im allgemeinen nicht für sehr groß. Die Art des Schadens im einzelnen ist freilich recht empfindlich; waren doch an einigen der zehnjährigen Fichten „fast sämtliche der oberen letztjährigen Triebe von Gallmückenbrut besetzt und infolgedessen total verkümmert und verkrümmt".

R. Hartig wirft die Frage auf, ob „die von ihm beobachtete Massenvermehrung (im Jahre 1892) gleichsam in Begleitung und Gefolge des Nonnenfraßes aufgetreten ist, oder ob die Gallmücke immer in großer Menge vorhanden ist. Er weist darauf hin, daß nur solche Triebe in ihrer ganzen Länge befallen waren, die von der Nonne stark entnadelt waren, während die anderen normalen Triebe fast ausschließlich im untersten Teil, wo die Triebachse von Nadeln nicht bedeckt ist,

mit Gallen besetzt waren. Er hält den Schaden nicht für erheblich: er bestehe im wesentlichen nur darin, daß die schlafenden Augen am Grunde der Triebe und bei den von Nonnen befressenen Trieben auch ein Teil derjenigen Seitenknospen getötet wird, welcher allenfalls sich zu Zweigen entwickelt haben würde.

Sollte in jungen Kulturen das Verkümmern der Triebe stark überhand nehmen, so empfiehlt Czech „das Abschneiden und Verbrennen der leicht erkennbaren stark befallenen Triebe in der Zeit von Oktober bis Ende März".

Dasyneura piceae Hensch. (nec Hartig)

Fichtenknospengallmücke

Syn. *Cecidomyia piceae* Hensch.
Perrisia piceae Hensch.

Henschel schildert den Schaden durch die von ihm als *Cecidomyia piceae* (1881, S. 505) beschriebene Gallmückenart folgendermaßen: Das allmähliche Vertrocknen ganzer Astpartien nimmt von den jüngsten letztjährigen Trieben herein seinen Anfang, erstreckt sich dann weiter über die Verzweigung; das Ausschlagen erfolgt höchst kümmerlich; die Nadeln der von den kleinen Larven besetzten Triebe erscheinen, sowie diese selbst, sehr kurz, dicht gedrängt, kleine Schöpfe bildend und vergilbt. Diese vorjährig gebildeten Zweiglein zeigen sich im März-April bereits nadellos und durch die Frühlingsstürme usw. aus der die Basis umhüllenden Knospenschuppenmanschette ausgebrochen und zu Boden geworfen, während diese selbst vertrocknet, um später die Hauptzweige in Form von schwarzgefärbten runden knopfigen Bechern zu bedecken (Abb. 562). Ein Teil der von den Mückenlarven besetzten Triebe, welche noch die volle Benadelung zeigten, brachen schon im Winter infolge von Schneebruch usw. aus und bedeckten den Boden wie die Eichhörnchenabbisse.

Die Mücke fliegt im April; die Eier („gerstenkornähnlich, mennigrot") werden vermutlich von der Spitze der Knospe aus eingeschoben und an der Basis der vorgebildeten Nadel abgelegt. Die Folgen der Larventätigkeit äußern sich in glasiger gallenartiger Erweiterung der Nadelbasis, in der nach Schließung der Einbohrstelle das Tier ein-

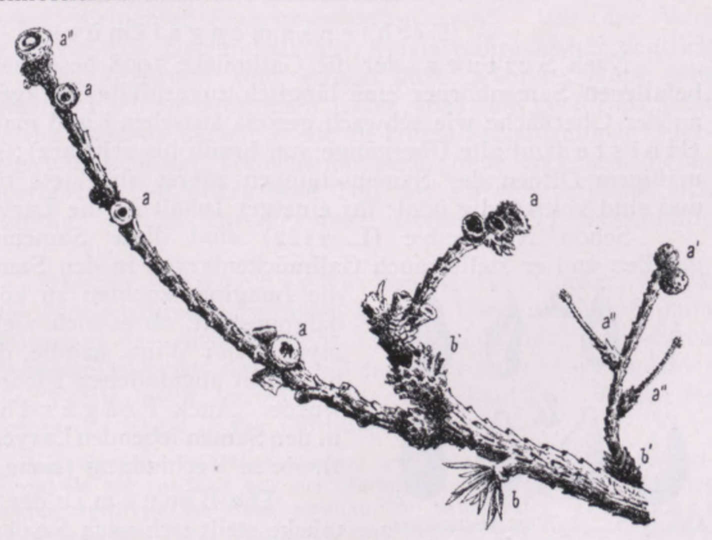


Abb. 562. Eine infolge Gallmückenbefall (*Dasyneura piceae* Hensch.) größtenteils vertrocknete Astpartie, von der die meisten Zweige bereits abgefallen sind. Bei a die eingetrockneten schwarz gefärbten Knospenschuppenbecher. Nach Henschel

gekapselt liegt. Die Larve erreicht im Herbst ihre normale Größe, überwintert, verpuppt sich im April in einem sehr feinen atlasweißen Gespinst und schlüpft Ende April, wobei die gesprengte Hülle teilweise mit aus der Galle hervorgeschoben wird. Henschel zählte bis sieben Stück an der Basis eines Triebes. Durch diese beträchtliche Erweiterung der Basis des jungen Schosses und infolge des Druckes, der durch die dieselbe umschließenden Knospenschuppen hervorgerufen wird, wird der Vegetationskegel gelockert, was schließlich das oben geschilderte Ausbrechen der jungen Triebe zur Folge hat.

Die Larve wird 2—2,5 mm lang und ist mennigrot. Die Mücke ist 2,4 mm (Männchen) bis 3 mm (Weibchen) lang, rotbraun und hellrot (Weibchen) mit schwarzer Zeichnung.

Henschel fand diese Art bei Wien „von in freiem Stande erwachsenen, in höherem Stangenholzalter stehenden Stämmen, und zwar stets in Gesellschaft von *Lecanium* und *Chermes*".

Cecidomyia pini Deg.

Über das Vorkommen der Kiefernharzgallmücke an Fichte ist oben (S. 561) berichtet.

b) Im Samen bzw. in den Zapfen

Die Kenntnis der zapfenbewohnenden Gallmücken wurde vor allem von Holste (1917) gefördert, der im Münchener Institut umfangreiche Zuchten ausführte und nicht nur wertvolle biologische Beobachtungen machte, sondern auch eine Reihe neuer Arten entdeckte. Von den oben (S. 563) genannten 7 Arten sollen hier 3 näher besprochen werden.

Plemeliella abietina Seitn.

Fichtensamengallmücke

Nach Seitner, der die Gallmücke 1908 beschrieben hat, haben die befallenen Samenkörner eine länglich zugespitzte starkgedrehte Form, sind an der Oberfläche wie schwach gerieft aussehend und matthellbraun gefärbt (Holste fand alle Übergänge von braun bis schwarz); sie fallen schon bei mäßigem Öffnen der Samenschuppen zuerst und stets ohne Flügel heraus und sind vollständig hohl; ihr einziger Inhalt ist die Larve (Abb. 563).

Schon Nitsche (L. 1122) sind diese Samenmißbildungen aufgefallen und er stellte auch Gallmückenlarven in den Samen fest, ohne aber die Imagines züchten zu können. Er läßt es dahingestellt, ob es sich vielleicht um *Cecidomyia strobi* Winn. handle, die von Kaltenbach in abgefallenen Fichtenzapfen gefunden wurde. Auch Trägårdh (1917) bringt die in den Samen lebenden Larven mit *Kaltenbachia strobi* in Verbindung (siehe unten S. 569).

Abb. 563. a Von Gallmückenlarven (*Plemeliella abietina* Seitn.) befallene Fichtensamen; b normale Fichtensamen. 2/1 nat. Größe. Nach Nitsche

Die Bionomie der Fichtensamengallmücke stellt sich nach Seitners Beobachtungen, die später von Holste (1922) größtenteils bestätigt und nur in einigen Punkten ergänzt wurden, folgendermaßen dar: Die

M ü c k e fliegt zur Blütezeit der Fichte, um die Eier zwischen die zarten, fleischigen Teile der Samenschuppen hineinzulegen; die auskriechenden kleinen L ä r v c h e n arbeiten sich vermutlich direkt in die noch junge Samenknospe hinein. Mit der Entwicklung des Samens hält auch jene der darin eingeschlossenen Larve, von welchen stets nur eine auf ein Korn kommt, gleichen Schritt, so daß zur Zeit der Samenreife im Oktober anscheinend auch die Larve ihre Vollwüchsigkeit erreicht hat. Wenn sich nun im darauffolgenden Frühjahr durch die Einwirkung austrocknender Winde die Zapfenschuppen öffnen und die Samen zur Erde fallen lassen, gelangt nebst dem übrigen Samen auch der von der Larve befallene auf den Boden, in welchem die Larve die Bedingungen zu ihrer weiteren Entwicklung findet.

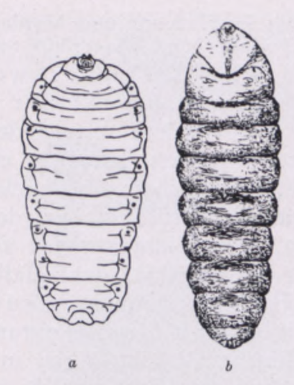


Abb. 564. *Plemeliella abietina* Seitn. a erwachsene Larve (Dorsalseite); b verpuppungsreife Larve (Ventralseite). Stark vergr. (1 : 60). Nach Holste



Abb. 565. Puppe von *Plemeliella abietina* Seitn. Stark vergr. (1 : 60). Nach Holste

Die Larven verbringen zum weitaus größten Teil (rund 95 %) im Samen drei Jahre; d i e G e n e r a t i o n i s t a l s o i n d e r H a u p t s a c h e e i n e d r e i j ä h r i g e. Der geringe Prozentsatz, der schon nach 2 Jahren schlüpft, dürfte „in einem gewissen Verhältnis zu der auf ein Samenjahr folgenden geringeren Samenproduktion sein“. Vor der Verpuppung stößt die Larve den Darminhalt aus, verliert ihre bisher deutlich abgeflachte Form, wird drehrund und streckt sich, während Kopf und Hinterende eine glasige Färbung annehmen (Abb. 564); sie perforiert jetzt am dickeren Ende des Samens dessen Hülle in einem kreisförmigen Querschnitt (deckelartig wie bei den Tönnchenpuppen), ohne indessen diesen Deckel schon abzustoßen. Der allergrößte Teil der Larven verpuppt sich im Samenkorn und nur wenige tun dies nach Verlassen der Samenhülle direkt im Boden.

Nach rund 18tägiger P u p p e n r u h e kommt die Mücke, welche hauptsächlich in den Morgenstunden zwischen 6 und 8 Uhr ausschlüpft, zum Vorschein. Im Zeitpunkt des Ausschlüpfens schiebt sich die Puppe durch die Öffnung der Samenhülle, wobei der Deckel entweder ganz abspringt oder aber an irgendeiner Stelle noch haften bleibt. Die häutigen Reste der Puppenhülle bleiben in der Regel in der Öffnung stecken.

Die rötliche bis gelbe L a r v e ist besonders auffallend durch ihre ventralkonvexe Krümmung, die sie bis zur Zeit vor der Verpuppung beibehält. Sie besitzt eine kurze am vorderen verbreiterten Ende zweilappige Brustgräte. Die P u p p e (Abb. 565) ist rund 3,5—4,2 mm lang, orangerot, mit kurzen sehr feinen Scheitelborsten und nicht auffallenden Bohrhörnchen; Atemröhren lang, an der Spitze etwas nach außen gebogen. Sie besitzt die Fähigkeit sich durch Seitwärtsrollen um ihre Längsachse fortzubewegen und ist entschieden lebhafter als die weniger bewegliche und auch nicht mit Sprungvermögen ausgestattete Larve. Die M ü c k e ist ♂ 4—5,

♀ (ohne Legeröhre) 5—6 mm lang. Kopf und Vorderrücken schwarz, letzterer mit einem Stich ins rötliche, Schwinger und Hinterleib rotbraun.

Die geographische Verbreitung der Fichtensamengallmücke scheint eine große zu sein. Seitner fand sie sowohl in Samen aus den Karpathen, sowie „in jedem seitens der (österreichischen) Forstverwaltung in den letzten Jahren käuflich erworbenen Fichtensamen". Nitsche berichtet von zahlreichen Gallmückensamen, die in der Tharandter Samenkontrollstation festgestellt wurden, und Holste zog die Gallmücken in großer Zahl aus Fichtenzapfen von den verschiedensten Gegenden Oberbayerns. Der Prozentsatz der befallenen Körner schwankte bei den bisher daraufhin beobachteten Samenproben zwischen 2,5 % und 20 %. Wenn danach auch die wirtschaftliche Bedeutung der Mücke, deren kurzfristiges Dasein sich wahrscheinlich lediglich in den oberen Kronenpartien blühender Samenbäume abspielt, nicht gerade hoch zu veranschlagen sein wird, so ist doch die Art ihres Vorkommens interessant genug, um bei den vorgenommenen Keimproben überhaupt auch nach den Gründen zu forschen, warum einzelne Samenkörner ein negatives Resultat ergeben (Seitner).

Als natürliche Feinde führt Holste drei Schlupfwespen-Arten an: *Platygaster contorticornis* Rtzb., *Aprostocetus strobilanae* Rtzb. und *Torymus azureus* Boh., von denen der letztere der wichtigste zu sein scheint.

Kaltenbachia strobi Winn.

Fichtenzapfenschuppengallmücke

Syn. *Cecidomyia strobi* Winn.
Perrisia strobi Winn.

Holste hat das Verdienst die Bionomie dieser Gallmücke, die den früheren Untersuchern schon viel Kopfzerbrechen bereitet hat, klarzustellen. Er gibt über die wechselvollen Anschauungen über dieses Tier folgende Übersicht:

Winnertz beschrieb die von Kaltenbach aus Fichtenzapfen gezogene Fichtenzapfenschuppengallmücke unter dem Namen *Cecidomyia strobi*. Kaltenbach stellte die Verpuppung der Larven dieser Mücken in weißen Kokons fest und das Schlüpfen der Imagines im Mai. Nitsche fand die Larven der Fichtensamengallmücke *(Plemeliella abietina* Seitner) in den Samen, konnte aber keine Imagines daraus gewinnen. Dr. Kihlmann fand nach Sahlberg viele Fichtensamen mit Fliegenlarven, also mit solchen der Fichtensamengallmücke. Sahlberg selbst fand zahlreiche Samen mit Puppen, aus denen er Ende März, Anfang April die fertigen Insekten zog, also Fichtensamengallmücken. Er irrt aber, wenn er schreibt: „Die Imagines stimmen vollkommen mit der Beschreibung überein, die Winnertz . . . gibt." Denn Winnertz beschrieb ja die Fichtenzapfenschuppengallmücke. Oder aber Sahlberg verglich nicht seine aus den Puppen der Fichtensamen gewonnenen Gallmücken mit der Winnertzschen Beschreibung, sondern solche, die er aus den weißen Kokons in den Zapfenschuppen zog. Er fand nämlich auch diese und seine Beschreibung der Puppe paßt für die Fichtenzapfenschuppengallmücke. Lampa fand sowohl die Larven in den Samen als auch die weißen Kokons in den Zapfenschuppen, konnte aber nur die fertigen Fichtenzapfenschuppengallmücken ziehen, hielt



Abb. 566. Aufgeschnittener Fichtenzapfen mit zwei Kokons (k) von *Kaltenbachia strobi* Winn. Nach Trägårdh

jedoch nicht diese für *Cecidomyia strobi* Winnertz, sondern glaubte fälschlich die Larven in den Samen müßten die Winnertzsche Art ergeben. Trägårdh endlich fand sowohl die Larven in den Samen als in den weißen Kokons der Zapfenschuppen, konnte aber die ersteren, die ja nach Seitners und meinen (Holstes) Untersuchungen zwei und drei Jahre zur Entwicklung gebrauchen, nicht zur Weiterentwicklung bringen, während er aus letzteren Puppen und Imagines zog. Er kommt nun auf Grund dieser Zuchtresultate zu dem merkwürdigen Trugschluß, daß sich die Larven aus den Samen herausbohren, bevor diese aus den Zapfen zu Boden fallen und in die Zapfenschuppen eindringen, sich dort nochmals häuten, so zu den typischen Larven der Fichtenzapfenschuppengallmücke *(Perrisia strobi* W.) werden und sich in den weißen Kokons verpuppen."

Abb. 567. Verpuppung von *Kaltenbachia strobi* Winn. a Zapfenschuppendurchschnitt mit einem Kokon; b Zapfenschuppe (Ventralansicht) mit zwei Puppenkammern; c Zapfenschuppe mit einem noch anhangenden Samenflügel mit Kokon; d dieselbe (Dorsalansicht) mit dem Schlupfloch der Gallmücke; e Puppenhülle aus dem Schlupfloch heraus hängend. Nach Trägårdh

Die eingehende Beschreibung, die Trägårdh von den Entwicklungsstadien und den Imagines der *K. strobi* gibt, genügen allen Ansprüchen; wir müssen uns nur klar machen, daß die Larven im Samen nichts mit dem beschriebenen Tier zu tun haben und dementsprechend alle auf dieser falschen Voraussetzung aufgebauten Schlüsse aus Trägårdhs Arbeit streichen.

Die Larve von *strobi* macht ihre Entwicklung in den Zapfenschuppen durch, wo sie sich auch verpuppt. Die Zapfenschuppen zeigen infolgedessen an der Basis Anschwellungen (Abb. 567). Zur Unterscheidung von Larve und Puppe von *Plemeliella abietina* Seit. sei hier die Larve und Puppe von *Kaltenbachia strobi* aus Trägårdhs Arbeit wiedergegeben (Abb. 568).

Kalt. strobi scheint weitverbreitet und recht häufig zu sein. Wir haben Angaben über das Vorkommen in Schweden, Deutschland, Österreich. Holste fand sie in Zapfen von den verschiedensten Gegenden Oberbayerns; in seinen Zuchten erhielt er rund 1000 Stück.

Abb. 568. Larve (a) und Puppe (b) von *Kaltenbachia strobi* Winn. Nach Trägårdh (aus Holste)



Abb. 569. *Camptomyia strobi* Kieff. Fünf Puppenkokons an einer Zapfenschuppe. Nach Holste

Camptomyia strobi Kieff.

Die Larve der von Holste entdeckten Art entwickelt sich in bzw. an den Zapfen. Sie überwintert normalerweise in den Zapfen am Baum als Larve zwischen den Schuppen, besonders der Zapfenbasis. Hier verpuppt sie sich auch in einem weißlichen, rundlich schildförmigen Gespinst, das die rötliche Puppe etwas durchschimmern läßt (Abb. 569).

Als typisch führt Holste folgenden Fall an: „Die Schuppen an der Basis enthielten (am 23. Mai) äußerlich 15 kleine leere Puppenhäute von Gallmücken zwischen den Schuppenspalten. Gerade an den ganz kleinen Schuppen, die keinen Samen enthalten, fanden sich eine ganze Reihe eingesponnener Larven und Puppen, teilweise auch schon leere Gespinste sowohl an der Außen- wie Innenseite der Schuppen, auch unter den Flughäuten der Samen; also ganz unregelmäßig. Nur noch eine einzige freie Larve war vorhanden."

Camptomyia strobi ist — wenigstens in Oberbayern — bei weitem die häufigste in Fichtenzapfen vorkommende Gallmückenart. Holste fand sie in fast sämtlichen Zapfenproben des Frühjahrs 1919, sowohl in frisch gefallenen wie in älteren, als auch in solchen, die von frisch gefällten oder windgebrochenen Bäumen abgepflückt waren. Flugzeit Mitte Mai bis Mitte Juni.

Auf die übrigen von Holste in Oberbayern entdeckten und von Kieffer (1920) beschriebenen Arten: *Coprodiplosis coni* Kieff., *Winnertzia conorum* Kieff. und *Lestodiplosis holstei* Kieff. kann hier nicht näher eingegangen werden, da sie an Häufigkeit des Vorkommens den oben besprochenen Arten weit nachstehen und auch über ihre Bionomie nichts näheres bekannt geworden ist. Die letztgenannte Art, *Lestodiplosis holstei,* wird wahrscheinlich wie die meisten *Lestodiplosis*-Arten räuberisch von anderen Gallmückenlarven (*Kaltenbachia strobi* Winnertz) leben.

Literatur

über Gallmücken an Fichte

Cholodkowsky, N., 1894, Zur Kenntnis der Lebensweise von *Cecidomyia pini* Deg. Forstl. Nat. Z. *3,* 380.

Czech, J., 1880, Ein neuer Fichtenschädling. Centrbl. f. d. ges. Forstw. *6,* 258—260.

Hartig, R., 1893 a, *Cecidomyia piceae* n. sp. die Fichtengallmücke. Forstl. Nat. Z. *2,* 6—8.

— — 1893 b, Die Fichtengallmücke. Ebenda 274—275.

Henschel, 1880, *Cecidomyia abietiperda.* Ebenda *6,* 371—372.

— — 1881, Ein neuer Forstschädling, die Fichtenknospengallmücke, *Cecidom. piceae.* Ebenda *7,* 505—509.

Holste, G., 1922 a, Fichtenzapfen- und Fichtensamenbewohner Oberbayerns. Z. f. ang. Ent. *8,* 125—160.

— — 1922 b, Fichtenzapfen- und Fichtensamenbewohner. Forstw. Centrbl. 69—74.

Kieffer, J. J., 1920, Cécidomyies habitant les fruits des Conifères. ‚Broteria". Ser. Zool. *18,* 14—22.

Sahlberg, J., 1890, *Cecidomyia strobi,* en skadeinsekt uti nordens granskogar. Medd. av Soc. pro Fauna et Flora Fennica Helsingfors *17,* 14—16.

Schimitschek, E., 1935, Forstschädlingsauftreten in Österreich 1927 bis 1933. Centrbl. f. d. ges. Forstw. *61,* 214.

Seitner, M., 1908, Die Fichtensamengallmücke *(Plemeliella abietina).* Centrbl. f. d. ges. Forstw. *34,* 185—190.

Trägårdh, Ivar, 1917, Undersökgingar över Granoch Tallkotarnas Skadeinsekter. (Investigations into the insects injurious to the spruce and pine cones). Meddel. Stat. Skogsförsöksanstalt *13—14,* 1141—1204.

3. An Tanne

Von der Tanne, *Abies pectinata,* sind bis jetzt zwei Gallmücken bekannt geworden, von denen die eine an den Nadeln vorkommt, eine Galle bildend (die Imago noch unbekannt), und die andere im Samen lebt *(Resseliella piceae* Seitn.).

Weißtannennadel-Gallmücke[1])

Auf das Vorkommen dieser Gallmücke wurde zum erstenmal von Escherich und Wimmer aufmerksam gemacht (1903). Das Material, das den beiden Autoren vorlag, stammte aus Baden.

Die Gallen werden folgendermaßen beschrieben: „Die Galle tritt stets in der basalen Hälfte oder vielmehr im basalen Drittel der Nadel auf (Abb. 570). Sie besteht gewöhnlich aus einer ziemlich kräftigen Anschwellung von der Größe etwa eines halben Hanfkornes, welche vor allem die Unterseite der Nadel betrifft, welche aber auch die Oberseite etwas in Mitleidenschaft zieht, indem sie auch hier eine, wenn auch viel schwächere Auftreibung verursacht. Außerdem wird die Nadel durch die Deformation meistens auch noch etwas verbreitert, so daß also die Galle von allen Seiten her sichtbar ist (Abb. 571). Übrigens ist dies nicht die einzige Form, in welcher die Galle auftritt, sondern sie ist zuweilen, wenn auch ziemlich selten, nur einseitig, d. h. nur auf der rechten oder der linken Hälfte der Nadel ausgebildet, während die andere Hälfte mehr oder weniger normal geblieben ist. Danach hätten wir es also im ersten Fall mit Doppelgallen zu tun. Auch zwei Doppelgallen konnten wir hier und da an einer Nadel, dicht hintereinander gelegen, beobachten (Abb. 572). Die Deformation hat auch eine Verfärbung der betreffenden Stelle zur Folge, indem die Nadeln, soweit die Anschwellungen reichen, bräunlich oder rötlich-braun erscheinen."



Abb. 570. Tannenzweig mit Nadelgallen. Nach Escherich u. Wimmer



Abb. 571. Eine einzelne Nadel mit einer Doppelgalle. Nach Escherich

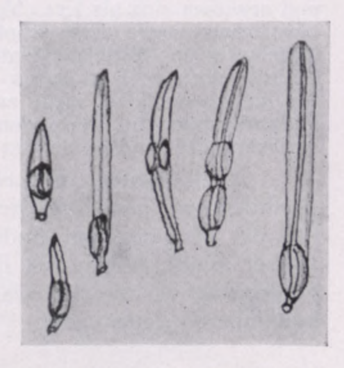


Abb. 572. Sechs Gallennadeln von der Unterseite, den verschiedenen Sitz der Galle zeigend; eine Nadel mit zwei hintereinander gelegenen Gallen. Nach v. Tubeuf

[1]) Der von v. Tubeuf gegebene Name *Diplosis abietis pectinatae* ist zu den „nomina nuda" zu zählen, da er außer der Galle und der sehr unvollkommenen Kenntnis der Larve keine Grundlage besitzt.



Abb. 573. Vorderende der Larve. Nach Escherich

Als Bewohner und wohl auch Erzeuger der Galle wird eine orangerote Cecidomyiden-Larve mit gegabelter Brustgräte beschrieben (Abb. 573). Es gelang aber nicht, die Mücke daraus zu ziehen. Wohl schlüpfte eine Reihe von Imagines aus den Gallen aus, doch handelte es sich dabei meist nur um Hymenopteren (Chalcidier), die als Parasiten des Gallenerzeugers anzusprechen sind. Auch zwei von dem damaligen Forstpraktikanten Stoll gezogene Gallmücken, in denen wir die Erzeuger vermuteten, stellten sich als zur Gattung *Lestodiplosis* gehörend und demnach als Räuber heraus.

Im Jahr 1927 hat dann der jüngere Autor (Wimmer) nochmals auf diese Galle hingewiesen, nachdem er sie bei Freiburg an einer etwa 60jährigen gefällten Weißtanne in der Gipfelregion wiedergefunden hatte, ohne aber mehr Glück als früher bezüglich der Zucht der Mücke zu haben.

Endlich hat sich im Jahr 1930 v. Tubeuf, veranlaßt durch Einsendungen von Gallen aus Oberfranken, mit dem Gegenstand eingehend beschäftigt. Auch dieser Forscher konnte trotz großen Materials die Mücke nicht erziehen, erhielt vielmehr wie seine Vorgänger eine Reihe von anderen Tieren, Hymenopteren *(Tetrastichus)* und Psociden *(Elipsocus)*, die er auf mehreren Tafeln abbildet. Kam er also in dieser Hinsicht nicht weiter als Escherich und Wimmer, so hat er doch einige neue Beobachtungen über die Galle gemacht, die wiederum Rückschlüsse auf die Bionomie des Gallenerzeugers erlauben.

Zunächst geht er (als Botaniker) näher auf den Bau der Galle ein: Die Gallen im Herbst und Winter sind mit einer braunen sehr harten Lederhaut bedeckt, die dem zarten Nadelparenchym aufliegt. Sie besteht ringsum, d. h. auf der Nadelober- und -unterseite aus Epidermis und Hypoderm und an diese schließt ein kollenchym-ähnliches Gewebe an mit abnorm verdickten, durchschimmernden, farblosen, stark lichtbrechenden Wänden, welche aber Holzreaktion geben. Überwinterte Gallen von späteren Einsendungen machen einen etwas anderen Eindruck: Die befallenen Nadeln waren heller grün als die gesunden, die Gallen waren flacher und weniger braun, sie zeigten größtenteils einen kleinen feinen Längsspalt und erwiesen sich als leer. Von einer weiteren Sendung vom Juli mit ausgewachsenen Maitrieben trugen diese schon Gallen „von verschiedener Größe, meist an der Basis, einzelne in der Mitte der Nadel oder noch weiter gegen die Spitze zu". Diese jungen Gallen waren noch grasgrün (und daher mit dem Rasiermesser gut schneidbar, was für die alten Gallen nicht zutrifft) und zeigten schon den Längsspalt, der mit der Larvenkammer in Verbindung steht. Die Eiablage wird also im Mai beim Ausbruch der Knospe an den in Streckung befindlichen Nadeln stattfinden.

Noch vieles im Leben der Weißtannennadel-Gallmücke bedarf der Aufklärung: Zunächst die systematische Feststellung der Art, sodann der Ort der Verpuppung (findet diese in der Galle statt oder wandert die Larve vorher aus?), ferner die Entstehung des Längsspaltes (wird dieser von der Gallmücke verursacht oder von den Parasiten, die ihre Eier in die Gallenbewohner [1]) legen usw.

---

[1]) Nach v. Tubeuf wird der Längsspalt zweifellos durch Aufschlitzen im jüngsten noch vor der Streckung liegenden Stadium der Nadeln gemacht, da die Nadelunterseiten mit den Spaltöffnungsrändern nach außen gekehrt sind; sie sind in dieser Stellung einmal leicht zugänglich und sodann längs der die Oberhaut unterbrechenden und das Gewebe auflockernden Spaltöffnungen leicht angreifbar. „Der ursprüngliche Schlitz war jedenfalls sehr fein und kurz, erweitert und verlängert sich aber durch die folgende Nadelstreckung."

Resseliella piceae Seitn.

T a n n e n s a m e n g a l l m ü c k e

Das Samenkorn, das von der Larve befallen ist, ist äußerlich an der meist kümmerlichen Entwicklung, an seiner flachen Form und der brüchigen, harzarmen Samenhülle zu erkennen. Öffnet man ein solches Samenkorn, so findet man eine, häufig auch zwei oder drei, ja mitunter bis zu fünf oder sogar sieben Larven darin.

Die Entwicklung der Tannensamengallmücke vollzieht sich nach S e i t n e r (1906) folgendermaßen: „Die Flugzeit der Mücke fällt in den Monat April, somit mit der Blütezeit der Tanne zusammen. Die aus den zwischen die noch zarten, fleischigen Samenschuppen hineingelegten Eiern auskriechenden, außerordentlich kleinen Larven arbeiten sich direkt in die weiche saftige Samenknospe hinein, von deren Inhalt sie sich, ohne indessen eine Gallenbildung zu verursachen, ernähren und bis etwa Mitte Oktober, wenn der Tannenzapfen zerfällt und Samen, Deck- und Samenschuppen zur Erde fallen läßt, ihre Vollwüchsigkeit erreichen.

Mit dem zur Erde fallenden Samen gelangt auch die Larve zur Überwinterung auf den Boden, um die Samenhülle noch im Vorwinter oder im darauffolgenden Frühjahr zu verlassen und in der obersten humösen Bodenschicht, in Moos u. dgl. bis auf weiteres zu verbleiben.

Die peripneustische L a r v e wird 3—4 mm lang, 1—1,2 mm breit, ist mehr flach als walzig, blaß rosarot, Hinterleibsende und die ersten Segmente etwas intensiver rot, glänzend. Sie ist im allgemeinen träge, aber mit Sprungvermögen ausgestattet, welches sich besonders im Frühjahr nach der Überwinterung bei nassem Wetter äußert, wo die Springmade auf der Bodennarbe erscheint, um sich offenbar einen passenden Platz zum Einspinnen in den Kokon, bzw. zur nachfolgenden Verpuppung zu suchen.

Im April spinnt sich die Larve in einen w e i ß e n, d ü n n e n, l e i c h t z e r r e i ß b a r e n K o k o n ein, welcher, an irgendeiner Stelle künstlich aufgerissen, von der Larve rasch wieder ausgebessert wird. Nur ein sehr bescheidener Prozentsatz der so eingesponnenen Larven v e r p u p p t sich noch im April desselben Jahres, um nach etwa 10—14tägiger Puppenruhe, somit mit einjähriger Generationsdauer, als Fliege zu erscheinen. Der größte Teil überwintert vielmehr noch ein zweites Mal im Boden im Kokon, um nach der oben angegebenen kurzen Puppenruhe erst im April des zweiten Jahres zu fliegen.

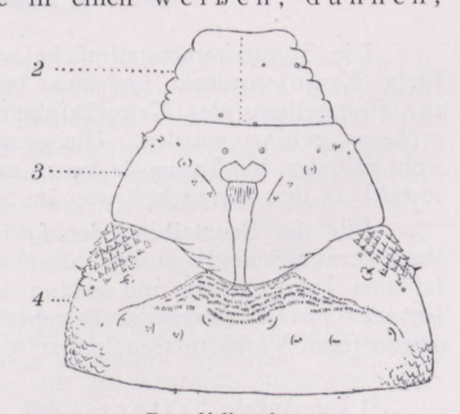


Abb. 574. *Resseliella piceae* Seitn. Zweites, drittes und viertes Segment der Larve, beim zweiten Segment links Ventral-, rechts Dorsalseite. Im dritten Segment ist die Brustgräte deutlich sichtbar

Es ist daher der E n t w i c k l u n g s z e i t r a u m f ü r d i e g r o ß e M e h r z a h l d e r F ä l l e e i n z w e i-

jähriger; offenbar eine Anpassung an die im milden bis gemäßigten Idrianer Klima etwa jedes zweite Jahr eintretende Fruktifizierung der Tanne."

Seitner gibt eine ausführliche Beschreibung der Larve, vor allem der zahlreichen verschiedenen Papillen auf den einzelnen Segmenten; ferner auch der Puppe und der Mücke, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann. Es seien nur einige Abbildungen wiedergegeben, auf denen die wichtigsten Merkmale zu ersehen sind: nämlich Segment 2—4 der Larve mit der Brustgräte (Abb. 574), die Puppe, die ersten Fühlerglieder der Mücke (♂ und ♀) und die Legeröhre des ♀ (Abb. 575).

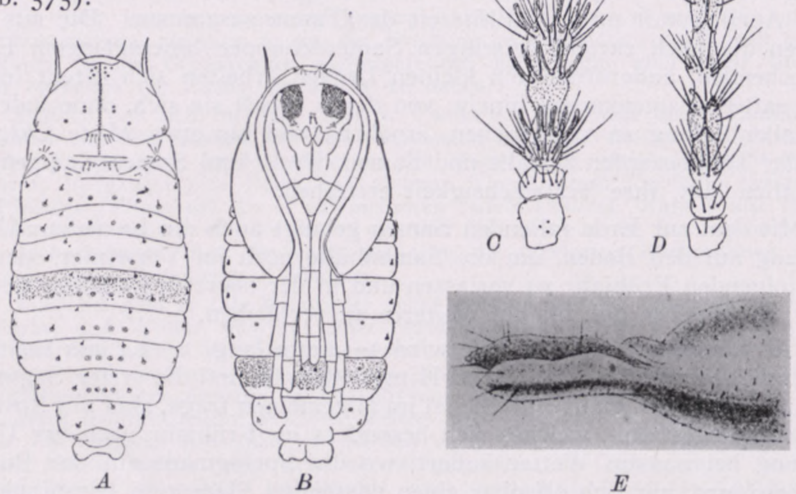


Abb. 575. *Resseliella piceae* Seitn. A u. B Puppe, dorsale und ventrale Ansicht. C u. D männliche und weibliche Fühler (die beiden Basalglieder und das 1. Geißelglied). E Legeröhre. Nach Seitner

Die Tannensamengallmücke wurde von Seitner im Jahr 1905 in Idria (Krain) entdeckt, und zwar bei Übungen, die mit den Försterschülern zur Feststellung der Keimfähigkeit des Tannensamens nach der Schnittprobe ausgeführt wurden. Die geographische Verbreitung dürfte sich aber wohl mit der der Tanne decken; „man wird den Schädling sicherlich ebensowohl in den Karpathen wie im Schwarzwald antreffen" (Seitner) [1].

Für die Beurteilung der forstlichen Bedeutung sind zwei Punkte maßgebend: einmal die Vernichtung der Keimfähigkeit der befallenen Tannensamen und sodann die Häufigkeit des Vorkommens. In den Idrianer Forsten waren in Durchschnittsjahren etwa 10—15 % und unter ungünstigen Verhältnissen selbst 50 % des untersuchten Samenquantums

[1]) Die Angabe Seitners, daß „man die Larve der Tannensamen-Gallmücke ausnahmsweise auch noch in Fichtenzapfen, jedoch nicht in Samen, sondern frei zwischen den Zapfenschuppen lebend findet", beruht sicher auf einem Irrtum bzw. auf einer Verwechslung mit einer der oben genannten Fichtenzapfen-Gallmücken, zumal Seitner ausdrücklich bemerkt, daß die Färbung der Larven in diesem Fall keine rosarote, sondern eine ausgesprochen orangerote sei.

von der Larve befallen. Demnach kann *Resseliella piceae* Seitn. zweifellos als ein schädliches Forstinsekt bezeichnet werden[1]).

v. Tubeuf (1930 b) verlangt angesichts der Gefahr der Verschleppung der von diesem und anderen Schädlingen befallenen Samen, daß die „Sameneinfuhr und Weiterverbreitung so zu gestalten und durch Bestimmungen zu regeln ist, daß die den Samen anhaftenden, beigemengten oder in den Samen eingeschlossenen Schädlinge nicht mehr eingeführt werden oder daß solche Samen wenigstens von der Verbreitung im Inland ausgeschlossen werden, falls sie nicht einer Desinfektion, Reinigung oder Klengung unterzogen werden".

Literatur

über Gallmücken an Tanne

Escherich, K., u. Wimmer, E., 1903, Über eine Galle an der Weißtanne *(Abies pectinata)*. Allgem. Zeit. f. Entomologie *8*, 119—122 (mit 4 Abbildungen).

Seitner, M., 1906, *Resseliella piceae*, die Tannengallmücke. Verh. Zool.-bot. Ges. Wien *56*, 174—186.

— — 1929, *Chortophila laricicola* Karl, die Lärchenzapfen- und Tannenfliege, und ihre Feinde. Ctrbl. ges. Forstw. *55*, 153—167.

Tubeuf, K. von, 1930 a, Nadelgalle an der Weißtanne (zugleich Cecidomyiden-Studien II). Z. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz *40*, 430—444, 9 Taf.

— — 1930 b, Schutz vor der Einschleppung von Nadelholzschädlingen mit den Samen. Ebenda 521—526.

Wimmer, E., 1927, Eine Galle an der Weißtanne (*Abies alba* Mill.). Badische Blätter f. angew. Entom. *2*, 151—152, 2 Abbildungen.

4. An Lärche

Auf der Lärche sind bis jetzt nur zwei Gallmückenarten gefunden worden; eine in der Knospe und eine im Zapfen bzw. im Samen.

Dasyneura laricis F. Lw.

Lärchenknospengallmücke

Syn. *Cecidomyia kellneri* Hensch.[2])
Cecidomyia laricis F. Lw.
Perrisia laricis F. Lw.

Die Entwicklung der *D. laricis* findet in Kurztriebknospen der Lärche statt: durch die Anwesenheit der Larve schwillt unter dem Schutz der geschlossen bleibenden Deckschuppen die Knospe bis zum August stärker an, bedeckt sich anfangs (wenigstens bei *Larix europaea)* mit klarem Harz und treibt die sie strahlenförmig umgebenden Nadeln breit sternförmig auseinander (Abb. 576). Es werden aber nicht nur Nadelknospen befallen, sondern auch Blütenknospen; letztere mehr lang eiförmig gestreckt und auch viel größer als jene der mehr halbkugeligen Blattknospen.

---

[1]) Übrigens scheint sie auch an Lärche vorzukommen; Seitner (1929) fand mitunter in jungen Lärchenzapfen Gallmückenlarven, die sich in die jungen Samenanlagen einbohrten und den Samen als solchen zerstörten. „Nach der Morphologie der Larve zu schließen, dürfte es sich um *Resseliella piceae* oder eine dieser sehr nahestehende andere Art gehandelt haben."

[2]) Die Gallmücke wurde (anfangs der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts) von Henschel im Salzatal in Steiermark entdeckt und nach der Galle und Larve als *Cecidomyia kellneri* beschrieben. Da bei der Beschreibung die Imago nicht vorlag, so ist dieser Name durch den Löwschen Namen *laricis*, dem die Beschreibung der Mücke zugrunde liegt, zu ersetzen.

Das Harz wird bald weiß und krümelig; die befallenen Knospen schwellen immer mehr an, so daß sie nach dem Nadelabfall im Herbst und Winter an dem Größenunterschied gegenüber den unvergallten Knospen leicht zu erkennen sind[1]) (Abb. 577). Am meisten fallen die nicht ausschlagenden braunen Gallen im Frühjahr auf, wenn die gesunden Knospen austreiben. Nach dem Ausschlüpfen der Mücke sind die vergallten Knospen meist als schwarzbraune becherförmig geöffnete, vertrocknete Zäpfchen an den Ästen zu finden.

Die Mücke ist nach Löw 2 mm (♂) bis 2,2 mm (♀). Thorax und Abdomen fleischrot mit schwärzlichen Punkten und Binden. Zange des ♂ klein, schwärzlich; Legeröhre des ♀ lang vorstreckbar, bräunlichgelb. — Die Larve ist anfangs hyalin, mit rötlichem durchscheinenden Körperinhalt, erwachsen durchaus mennigrot. Sie besitzt eine vorn zweizinkige Brustgräte.

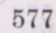
Die Bionomie ist durch Henschel (1875), Nitsche (L. 1124), von Tubeuf (1897) und vor allem durch Lanfer (1933) ziemlich weit geklärt worden: Die Mücken kommen im Frühjahr, April/Mai aus den vergallten Knospen und beginnen schon nach 5 Tagen nach erfolgter Begattung mit der Eiablage. Diese dauert so lange fort, bis nach etwa 14 Tagen keine lebende Mücke mehr vorhanden ist. Das ♀ klettert von Knospe zu Knospe, sucht eine geeignete Stelle an der Knospenbasis, da wo die braunen Schuppenblätter den Nadelkranz umhüllen, krümmt sodann das Abdomen ventralwärts bis fast zum Thorax und versucht die lange Legeröhre zwischen diese nicht mehr eng anschließenden Schuppenblätter und Nadeln oder nur zwischen den ersteren möglichst tief einzuschieben. Jede Eiablage dauert 20—30 Sekunden. An vegetativen Knospen, deren Nadeln an der Spitze schon etwas auseinanderklafften, erfolgte bei den Beobachtungen Lanfers die Eiablage höher zwischen diesen Nadeln, jedenfalls überall da, wohin die Mücke mit ihrer weichen biegsamen Legeröhre, die ausgestreckt oft die halbe Körperlänge des Insekts erreicht, gelangen kann.

Im Zwinger wurden manche Knospen mehrmals besucht und belegt, bis 8 Eier an einer Knospe (im Freien fand sich stets nur eine Larve in der Knospe). Die Eiablage scheint ganz planmäßig zu erfolgen von Knospe zu Knospe, wobei die Mücken oft mehrmals am Zweig auf und ab kletterten. Trotzdem scheint es, als ob einzelne Knospen besonders begünstigt würden, wohl solche, bei denen die Nadeln am geeignetsten auseinanderstehen. Denn die ♀♀ überklettern sowohl noch ganz geschlossene Knospen als auch solche, deren Schuppen oder Nadeln schon sehr weit abgespreizt sind. Im allgemeinen übergehen die ♀♀ auch die aufgeblühten männlichen und weiblichen Knospen, doch kommen Ausnahmen vor.

Nach rund 8 Tagen konnte Lanfer die ersten mennigroten Larven (etwa 0,19 mm lang, 0,09 mm dick) antreffen. Da jetzt die Nadeln weit auseinandergespreizt sind, ist es für die Larve leicht, zwischen den Nadeln hindurch bis direkt zum Vegetationspunkt zu gelangen, der um diese Zeit schon als ganz winziger Höcker angelegt ist, ohne daß sich aber schon Nadel- oder Deckschuppenanfänge zeigen. Die Larve erreicht bis zu Beginn des Winters eine Länge von 2 mm; sie überwintert meist als Larve in einem weißlichen Kokon, um sich im Frühjahr zu verpuppen.

---

[1]) Nach Lanfer verhalten sich die Gallen bei *Larix occidentalis* und *europaea* etwas verschieden: bei der ersteren sind die Gallen besonders auffällig verdickt und vergrößert, bei *europaea* etwa 1/3 bis 1/2 kleiner; die *occidentalis*-Gallen lassen ferner nichts von einer besonderen Harzausscheidung sehen, während die *europaea*-Gallen eine auffallende Harzkappe zeigen.



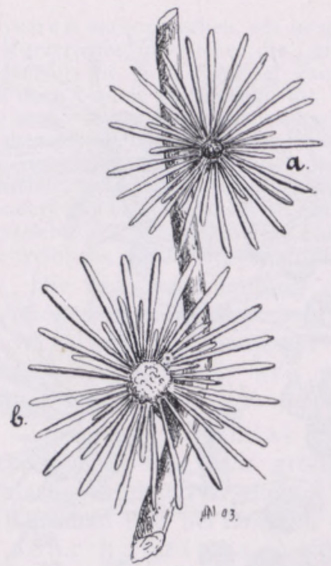


Abb. 576. Von *Dasyneura laricis* F. Lw. befallener Lärchenzweig mit 2 Kurztrieben im August, a normal, b von der Mückenlarve besetzt, die Mittelknospe von weißem Harz bedeckt. Nach H. Nitsche

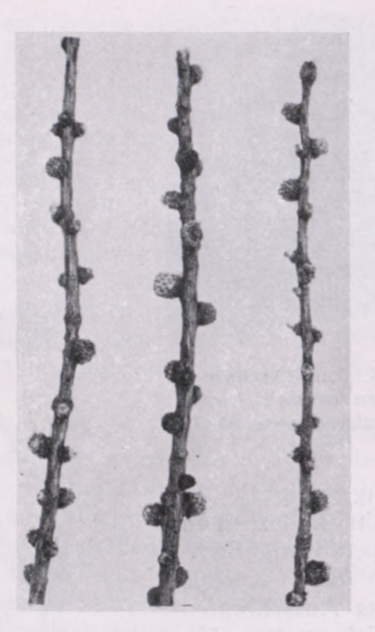


Abb. 577. Von *Dasyneura laricis* F. Lw. hervorgerufene Knospengallen an *Larix europaea* (im Januar)

Den Vorgang des Schlüpfens schildert Lanfer folgendermaßen: „Nach der mit der Sproßentwicklung einsetzenden Entfaltung der Knospen dauert es oft noch 8—14 Tage, ehe an warmen Tagen das Ausschlüpfen beginnt. Die Puppe besitzt 2 Kokonhüllen, eine derbere äußere und eine feine innere. Der Kokon ist an einem Ende mit einer Art Schnur an der Innenseite eines Knospennadelblattes festgeheftet. Am andern Ende löst sich zur Zeit des Schlüpfens eine deckelartige Verschlußklappe; durch die entstehende Öffnung arbeitet sich das Insekt noch von dem Gespinst umhüllt hindurch."

Die Veränderungen, die die Entwicklung der Knospe durch die Anwesenheit der Larve erfährt, sind in der Hauptsache folgende: Der Vegetationshöcker in der Mitte bleibt auf der Entwicklungsstufe zur Zeit des Larvenschlüpfens stehen. Das Wachstum des äußersten Nadelkreises, das die erste Zeit normal verläuft, erleidet mehr und mehr eine Einbuße, während, wohl hauptsächlich durch den Enzymeinfluß von seiten der Larve, jetzt ein basales Streckungswachstum der undifferenzierten Partien einsetzt. Es sind keine einzelnen Nadeln mehr erkennbar, wohl aber noch jeweils die Leitbündel, die in mehreren Kreisen angeordnet sind. Einzig und allein die Deckschuppen oder Nadelspitzen ragen als kleine Zipfelchen aus diesem Wulst hervor. Durch das Randpartienwachstum erscheint der Vegetationspunkt selbst mehr und mehr muldenförmig vertieft, wo die Larve dann wie in einer Schüssel ruht (Abb. 578). Da sich ferner die Schuppenblätter über dieser Höhlung fest aneinanderlegen und durch das ausgeschiedene Harz verkleben, so bildet diese Knospe eine Gallenkammer, in der die Überwinterung und Ver-



Abb. 578. Larvenkammer von *Dasyneura laricis* F. Lw. mit Larve (aufgenommen im Dezember)



Abb. 579. Verschiedene Folgen der Knospenmißbildungen durch *Dasyneura laricis* F. Lw. 1 Rechts ein im vorigen Jahr befallener Kurztrieb mit neu befallener stark verlängerter diesjähriger Knospe. 2 Im Vorjahr befallener Kurztrieb mit zahlreichen kleinen Knospen und einem Blattbüschel. 3 Blattkurztrieb, aus dem seitlich ein Kurztrieb mit männlicher Blüte entspringt. 4 Im Vorjahr befallener Kurztrieb mit kleinen Knospen und verwachsenen derben Blättern. 5 Fünf Kurztriebe aus einem älteren Kurztrieb, alle im Vorjahre befallen und mit neuen Knospen, einer mit Blattbüschel und neu belegt. 6 Im Vorjahr befallene Kurztriebe mit jungen Knospen und verwachsenen Blättern; auf große Strecke keine normale Knospe. 7 Kurztriebhäufung auf alten Kurztriebstummeln. 8 Neubelegte mit weißem Harz überzogene Kurztriebknospe. 9 Zapfen und beblätterter Kurztrieb auf demselben älteren Kurztriebstummel. 10 Kurztriebstummel mit mehreren beblätterten zum Teil auch wieder belegten Kurztrieben und einer nicht belegten, zum Langtrieb austreibenden Knospe.
Nach v. Tubeuf

puppung erfolgt [1]). Im Frühjahr findet dann das tulpenförmige Sichöffnen der Knospe und das Ausschlüpfen der Mücke statt, während die auseinandergespreizten Nadelrudimente sich infolge des Saftaufstieges noch kurze Zeit weiter entwickeln können, meist aber bald absterben.

Es können übrigens auch, wie v. Tubeuf angibt, neu entstehende Achsel-

[1]) Es sind auch Fälle beobachtet, in denen die Larve nicht bis zum Vegetationspunkt der Knospe gekommen ist, sondern seitlich zwischen den Schuppenblättern und Deckschuppen an weiblichen Blütenknospen sich befand. Hier entwickelt sich die halbe Knospe normal weiter, während seitlich eine deutliche Hemmungswirkung eingetreten war; der Wirkungsbereich des von der Larve ausgeschiedenen Reizstoffes war also in diesen Fällen nur ein begrenzter.

knospen hervorbrechen, oft in großer Zahl rings um die schüsselförmige Vertiefung des Kurztriebes, in welcher die Larve lag; sie können in die Vertiefung hineingedrängt werden, bis sie diese Schüssel ganz ausfüllen. Diese kleinen neuen Knospen können auch noch Nadeln entwickeln, die zum Teil normal, zum Teil aber kurz bleiben und derb sind. In anderen Fällen entwickeln sich nur wenige Knospen, nur eine oder zwei, die aber darauf weiterentwickelt werden und normale Kurztriebe bilden. Diese können dann im nächsten Frühjahr wieder belegt werden, so daß sie wieder zu Gallen anschwellen; zuweilen strecken sie sich dabei stark und ein Teil ihrer Knospenschuppen, besonders gegen die Spitzen zu, wird grün und nadelartig (Abb. 579). Die sekundären Kurztriebe, die alle möglichen Bildungen aufweisen können, können auch männliche oder weibliche Blüten ergeben oder in Langtriebe auswachsen (v. Tubeuf).

Die Harzausscheidung erfolgt in den basalen Lücken zwischen den Insertionsstellen oder obersten Schuppenblättern: Bei *Larix europaea* ist sie bei vergallten Knospen sehr beträchtlich gegenüber den nichtvergallten; bei *Larix occidentalis* weit geringer, so daß äußerlich keine Harzkuppe sichtbar ist.

Die geographische Verbreitung der Lärchenknospengallmücke scheint eine sehr große zu sein; sie wurde bis jetzt in den österreichischen und bayerischen Alpen, ferner bei Münster i. W., bei München, bei Karlsbad und bei Dresden (Tharandt) festgestellt. Mehrfach wird über ein sehr häufiges Auftreten derselben berichtet. Henschel spricht von „ungeheuren Mengen“, so daß an ganzen Ästen nicht eine einzige gesunde Knospe gefunden werden konnte. „Solche Äste starben dann früher oder später ab und machen sich schon von weitem durch ihre rußige schwärzliche Färbung, welche von den vertrockneten Gallen herrührt, bemerkbar.“ Nach v. Tubeuf trat sie bei München (im Nymphenburger Park) „in einem überaus heftigen Grad auf, so daß ganze Äste abstarben“. Auch Hartig hat, wie v. Tubeuf mitteilt, in Südtirol (bei Meran) Lärchen beobachtet, die von der Gallmücke so stark befallen waren, daß sehr zahlreiche Äste abgestorben waren und daß die Lärchen hierdurch einen fremdartigen Habitus zeigten. Auch Lanfer fand sie 1932/33 sehr häufig im Nymphenburger Botanischen Garten, ebenso der Verfasser im Winter 1936/37 [1]). Befallen wird sowohl *Larix europaea* als auch *occidentalis*, während *Larix leptolepis* und *kurilensis* frei zu bleiben scheinen; wenigstens konnte im Nymphenburger Garten an diesen beiden Arten, obwohl sie sich in unmittelbarer Nähe der befallenen Bäume befanden, nicht eine einzige vergallte Knospe gefunden werden (wohl wegen des späteren Austreibens). Bezüglich des Alters und des Standortes scheint die Mücke keinen Unterschied zu machen.

Nach diesen Beobachtungen ist *Dasyneura laricis* Löw. zweifellos zu den merklich schädlichen Forstinsekten zu stellen. Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich. Lanfer empfiehlt dagegen den Anbau von *Larix leptolepis* und *kurilensis*.

Die im Zapfen vorkommende Gallmücke ist nach Seitner (1929) wahrscheinlich identisch mit der oben beschriebenen (S. 573) *Resseliella piceae* Leit., der Tannensamengallmücke, oder sie steht ihr wenigstens sehr nahe (s. oben S. 575).

[1]) Nach Nitsche (L. 1125) ist „sicher ein Teil der von Melichar in Böhmen an Lärchen beobachteten Schäden nicht, wie dieser Autor meint, auf die Lärchenminiermotte, sondern auf die Lärchenknospengallmücke zu beziehen“.

Literatur

über Gallmücken an Lärche

Henschel, 1875, Die Lärchenknospen-Gallmücke *(Cecidomyia Kellneri)*. Centrbl. f. d. ges. Forstw. *1*, 183—185.

Lanfer, K. Fr., 1933, Die Lärchenknospengallmücke *Dasyneura laricis* F. Lw. Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. *45*, 3—13 (mit 2 Taf.).

Löw, F., 1879, Mitteilungen über Gallmücken. Verh. zool.-bot. Ges. Wien *28*, 387—406.

Seitner, M., 1929, *Chortophila laricicola* Karl, die Lärchenzapfen- und Samenfliege, und ihre Feinde: Parasiten und Räuber. Ctrbl. ges. Forstw. *55*, 167.

Tubeuf, K. von, 1897, Neuere Beobachtungen über die Cecidomyien-Galle an Lärchenkurztrieben. Forstl-Nat. Zeit. *6*, 224—229.

An Eibe

Oligotrophus taxi Juchb.

Oligotrophus taxi Juchb. ist eine der wenigen Insektenarten, die im heutigen europäischen Verbreitungsgebiet der Eibe, *Taxus baccata*, oft in großer Zahl als Gallenerzeuger an dieser auftritt. Müller hatte sie 1873 erstmals aus England beschrieben, wo sie auch 1875 von Murray an Eiben in Parkanlagen der Londoner Umgebung festgestellt wurde. Busse erwähnt ihr Vorkommen für den Eibenbestand des Forstreviers Reichensachsen in Mitteldeutschland: „Die Mücke tritt hier an einzelnen Exemplaren ganz außerordentlich stark auf, so daß die Zweige der Eibe mit den Gallen geradezu übersät sind. Auffallend ist freilich, daß durchaus nicht alle Stämme jährlich befallen werden. Es finden sich immer einige, die gar keinen Befall zeigen.“ Ganz ähnliches beobachtete Zwölfer (nach mündlicher Mitteilung) an alten Eiben des geschützten Bestandes bei Wessobrunn (F. A. Diessen, Obb.) und ebenso in dem zur Zeit wohl größten natürlichen Eibenvorkommen Deutschlands in Gößweinstein (Ofr.). Auch in Südwestdeutschland in der Umgebung Freiburgs i. Br. konnte er sie feststellen.



Abb. 580. Eibenzweig mit zahlreichen Gallen von *Oligotrophus taxi* Juchb.

Nach ihm finden sich die Gallen an männlichen Blütenknospen der Eibe. Sie sind rosenknospenartig und umschließen mit den innersten Hüllblättern im Frühjahr die kleine rötliche Gallmückenlarve.

Sehr häufig sind diese Gallen von der ebenfalls an Eiben gallenbildenden Milbe, *Eriophyes psilaspis* Nal., mitbewohnt, deren Gallen,

da wo sie allein auftritt, große Ähnlichkeit mit den Mückengallen besitzen. Sie befällt auch Triebknospen der Eibe.

Die von den Gallmücken nach Abschluß ihrer Entwicklung verlassenen Gallen bleiben noch jahrelang an den Stämmen hängen.

In forstlicher Hinsicht können bei Massenauftreten durch die Knospenzerstörungen bei der Eibe Wachstumshemmungen auftreten. Bedeutend ist dieser Schaden kaum, da sie über ein ausgezeichnetes Regenerationsvermögen durch Adventivknospenbildung verfügt. Busse vermutet, daß durch die Zerstörung der Blütenknospen der Samenansatz der Eibe erheblich geschädigt wird. Nach ihm soll das häufig beobachtete Ausbleiben der Naturverjüngung dieser jetzt so seltenen Holzart möglicherweise dadurch verursacht sein. Auf Grund seiner Beobachtungen in Wessobrunn und Gößweinstein hält Zwölfer dies für unwahrscheinlich. Hiernach ist in erster Linie Rehwild für den Ausfall der Naturverjüngung verantwortlich.

Literatur

über die Eibengallmücke

Busse, Die Eibengallmücke *(Cecidomyia taxi)*. Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. 1918, S. 287.
Löw, F., Cecidologische Notizen. Abh. Zool. Bot. Ges. Wien 1866, Bd. 26, S. 97—102.
Müller, A., The gall midge of the Yew *(Cecidomyia taxi* Juchb.). Gard. Chron. 1873, vol. I, S. 1110.
Murray, A., Gard. Chron. n. ser. 1875, v. 3, S. 659.

4. Fam. Psychodiden, Schmetterlingsmücken

Kleine, plump gebaute, meist düster gefärbte Mücken mit dicht, mitunter beinahe völlig behaarten Flügeln. Das Flügelgeäder besteht fast nur aus Längsadern (Abb. 581). Die Flügel werden in der Ruhe mehr oder weniger dachartig getragen, wodurch sie habituell kleinen Schmetterlingen ähnlich werden.

Die amphipneustischen Larven ähneln Schmetterlingsraupen ohne Beine; Kopf groß, deutlich gesondert; bisweilen mit Kiemenanhängen am Hinterende. Sie leben teils im Wasser, im fließenden wie stehenden, vor allem in mit fauligen Substanzen verunreinigtem [1]), ferner in Exkrementen, faulenden Pflanzenstoffen aller Art, Schwämmen usw.

Die kleinen höchstens 3 mm langen Mücken sitzen meist träge an Wänden, Fenstern von Aborten, Ställen oder Wohnräumen. Man findet sie auch im Freien, doch fallen sie da weniger auf; sie halten sich dort besonders in der Nähe von schlammigen Pfützen, Gräben und Gewässern auf, an Zweigen und Blättern von Pflanzen. Die bei uns lebenden Arten scheinen ohne praktische Bedeutung für den Menschen zu sein. Dagegen spielen einige im Süden vorkommende Arten der Gattung *Phlebotomus* Rond. (nördlichste Grenze scheint das südliche Baden [Kaiserstuhl] zu sein) eine recht verhängnisvolle medizinische Rolle durch Übertragung des sogenannten Papataci-Fiebers *(Phlebotomus papatasii* Scop.). Näheres hierüber bei Martini, E., Lehrbuch der medizinischen Entomologie (1923) S. 171—176.

Abb. 581. Flügelgeäder von *Psychoda* Latr. Die Flügel und Adern dicht mit sehr langen Haaren besetzt. Nach Enderlein

5. Fam. Culicidae, Stechmücken

Die Culiciden sind zarte Tiere mit dünnem Leib, langen feinen Beinen und Tastern, langem Stechrüssel und langen vielgliedrigen Fühlern, die

[1]) In den Kläranlagen der Berliner Rieselwerke wimmelt es z. B. von Psychoden-Larven, die dort in ungeheuren Massen in den Filtern an Koksstücken leben (Heymons, 1915, S. 317).

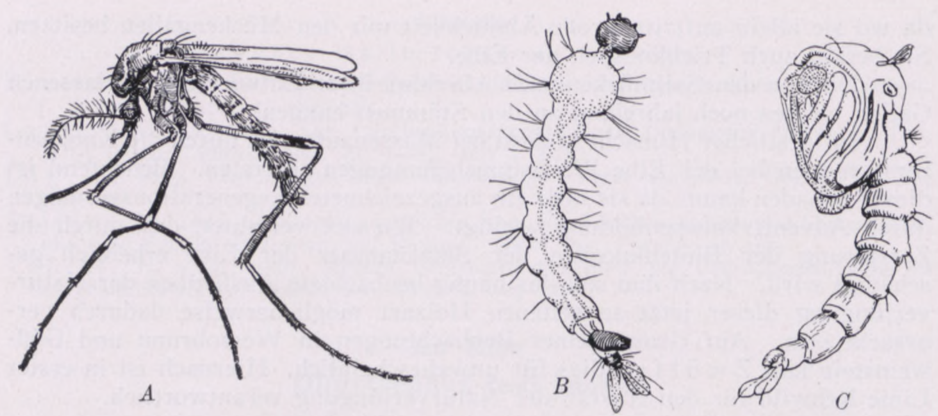


Abb. 582. Eine Culicide (*Aëdes*), A Imago (♂), B Larve, C Puppe

beim ♂ lang wirtelförmig behaart sind (Abb. 582 A). Der Körper und seine Anhänge sind mit feinen Härchen und Schüppchen bedeckt, die dem Tier, vor allem den Flügeln, bisweilen ein buntscheckiges Aussehen verleihen. Die Larven sind eucephal (Abb. 582 B) und leben räuberisch im Wasser. Die Puppen, mit Prothorakalhörnern und dickem Thorax (Abb. 582 C) sind zu Ruderbewegungen fähig.

Die ♀♀ der meisten Culiciden sind Blutsauger und werden dadurch Mensch und Vieh lästig. Manche Arten sind berüchtigt durch Übertragung schwerer Krankheiten. So wird die Malaria, diese fürchterliche Geißel der Menschheit, durch Stechmücken übertragen. Die ♂♂ sind harmlose Tiere, die, wenn sie überhaupt Nahrung brauchen, mit Pflanzensäften vorlieb nehmen.

Daß die Stechmücken in den Wäldern eine ungemein lästige Plage werden können, wird jeder gerne bestätigen, der im Frühjahr oder Sommer durch einen der schönen Wälder der Rheinniederungen (z. B. den Bienwald in der Rheinpfalz) zu gehen gezwungen ist. Er wird nichts von der Schönheit des Waldes sehen, sondern nur von dem einen Gedanken beseelt sein, sobald als möglich der Stechmücken-Hölle zu entrinnen. Die Folge der überaus günstigen Entwicklungsbedingungen, die die Stechmücken in der Rheinniederung finden[1]), sind Massenvermehrungen, von denen „der Außen-

[1]) „Führt der Rhein Hochwasser, was zur Zeit der Schneeschmelze im Frühjahr regelmäßig der Fall ist, so wird zunächst das Vorgelände überflutet. Durch Rückstau von den Mündungen her steigen die Zuflüsse und treten über die Ufer. Das ansteigende Druckwasser füllt Altrheine, Schlingen, Schluten, Gräben, Mulden, Dammaushubstellen und setzt teilweise große Wiesen und Waldflächen innerhalb und außerhalb der Dämme unter Wasser. Beim Zurückgehen der Fluten sammelt sich das Wasser an den tiefer gelegenen Bodenpartien an, bleibt hier stehen und bildet nun zahlreiche isolierte Wasserlöcher und stillstehende Wassertümpel. Infolge des hohen Ton- und Humusgehaltes sind die Böden schwer wasserdurchlässig, so daß Wochen und Monate vergehen, bis das nicht verdunstete Wasser sich versetzt und diese Wassertümpel allmählich austrocknen.

Bei diesem Vorgang gehen alljährlich ungeheure Mengen Fischbrut außerhalb der Dämme zugrunde, wodurch der Fischerei größter Schaden zugefügt wird. Die Fischpächter sind zwar bestrebt, soweit als möglich den in den gefährdeten isolierten Wassertümpeln abgeschnittenen Jungfischen die Freiheit wieder zu geben und sich

stehende sich keine Vorstellung machen kann". „Monate hindurch stehen die Waldungen und die kilometerweit angrenzenden Gebiete unter einer Stechmückenplage, die den Aufenthalt im Wald nahezu unerträglich macht." „Wenn es auch nicht möglich ist", schreibt Forstrat Bauer (1933), „den durch die Schnakenplage direkt oder indirekt verursachten Schaden auch nur einigermaßen zahlenmäßig zu erfassen, so steht doch außer Zweifel, daß hohe wirtschaftliche, hygienische und ideelle Werte auf dem Spiele stehen, und daß keine Aufwendungen zu hoch erscheinen, wenn es tatsächlich gelingen sollte, der ungeheuren Massenvermehrung der Stechmücken-Entwicklung Einhalt zu gebieten, eine wirksame Bekämpfung der Stechmückenplage in die Wege zu leiten und eine Sanierung der Rheinebene herbeizuführen".

Es sind gewöhnlich eine ganze Reihe von Culiciden-Arten, der Unterfamilie *Culicinae* angehörend, die sich in solchen Wäldern vermehren [1]) und die sich in der Regel auf folgende Gattungen beziehen: *Anopheles, Culex, Theobaldia* und *Aëdes,* wobei der letzteren gewöhnlich die Hauptbedeutung zukommt (s. unten S. 587).

Die Culiciden teilt man in 3 Unterfamilien ein: die *Dixinae, Culicinae* und *Corethrinae.* Von diesen enthalten nur die *Culicinae* blutsaugende Arten, während die beiden andern ohne hygienische Bedeutung sind.

Systematisch (und auch biologisch) nimmt *Anopheles* eine Sonderstellung innerhalb der *Culicinae* gegenüber den andern Gattungen ein, wie aus folgender Gegenüberstellung zu ersehen ist.

Anophelini (mit *Anopheles* Mg.)	Culicini (mit *Culex* L., *Theobaldia* und *Aëdes* Mg.)
Eier mit Schwimmkammern oder Gürtel, nicht zu Schiffchen zusammengeklebt.	Eier ohne Schwimmapparat, zu Schiffchen zusammengeklebt oder einzeln.
Larven ohne lange Atemröhre, mit Quirlhaaren, halten sich waagerecht an der Oberfläche (Abb. 583 c).	Larven mit wohlentwickelter Atemröhre, ohne Quirlhaare; hängen von der Wasseroberfläche (Abb. 583 e) herab.
Gesicht beim Fressen im Nacken.	Gesicht in gewöhnlicher Haltung.
Seitliche Schwanzhaare, vielteilig, an den Spitzen hakig.	Schwanzhaare wenig geteilt oder einfach, an den Spitzen nicht hakig.
Striegel fehlt.	Striegel fast immer vorhanden.
Puppen: Kopfbruststück verhältnismäßig lang (Abb. 583 d); seitliche Dornen an den letzten Hinterleibsringen, die allerdings am letzten Ring oft gefiedert sind.	Puppen: Kopfbruststück gedrungen. Einzel- oder Büschelhaare hinten an den Seiten der hinteren Hinterleibsringe.

auf diese Art den Nachwuchs zu erhalten. Es versteht sich jedoch ohne weiteres, daß durch das Ausschöpfen dieser Wassertümpel nur ein verschwindend kleiner Teil der Fischbrut gerettet werden kann, die größere Zahl geht zugrunde und der Fischerei dadurch verloren.

Dieses im ganzen Gebiet auftretende stehende Wasser wirkt sich auch in forstwirtschaftlicher Hinsicht äußerst ungünstig aus. Außer der typischen Verlandungsflora kann auf diesen Böden kein Pflanzenwuchs aufkommen und gedeihen. Pappeln, Weiden, Erlen sterben ab, da auch diese zwar hohen Wasserstand und selbst nassen Boden ertragenden Holzarten im stehenden Wasser zugrunde gehen" (Bauer).

[1]) Bauer (1933) konnte im Rheinwald nebeneinander und gleichzeitig folgende Arten feststellen: *Anopheles maculipennis* und *bifurcatus, Culex pipiens* und *apicalis, Theobaldia annulata, Aëdes vexans* und ***cinereus.***

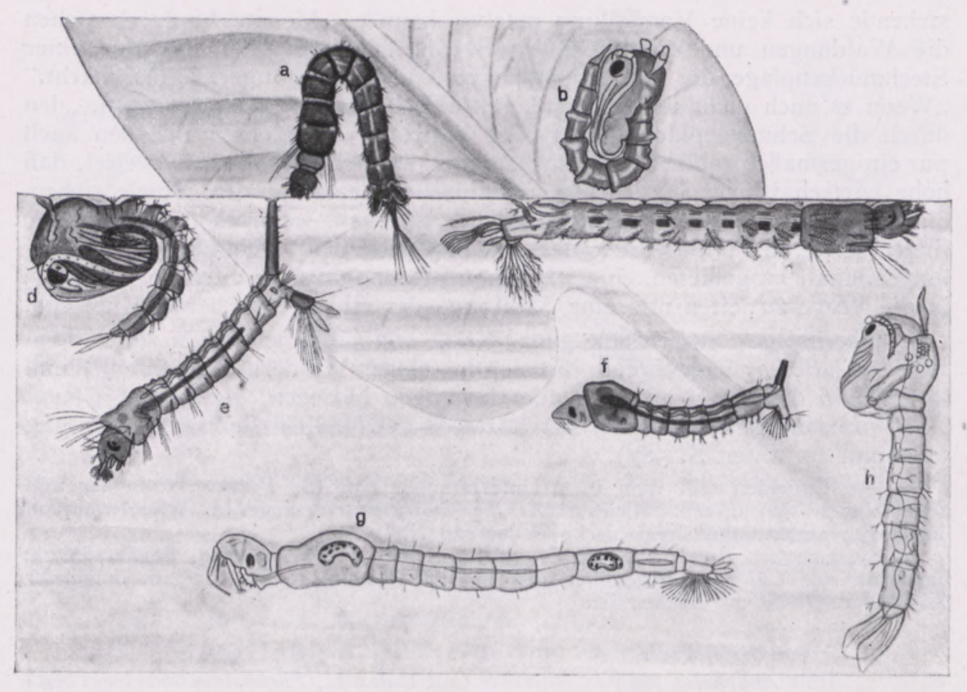


Abb. 583. Habitusbilder der Jugendformen verschiedener Culiciden in natürlicher Haltung. a u. b Larve und Puppe von *Dixa*, c u. d Larve und Puppe von *Anopheles*, e Larve von *Culex*, f Larve von *Mochlonyx*, g u. h Larve und Puppe von *Corethra*. 8/1. Nach Sikora (aus Martini)

Anophelini (mit *Anopheles* Mg.)	Culicini (mit *Culex* L., *Theobaldia* und *Aëdes* Mg.)
Mücken mit gerundetem Rückenschildchen (Abb. 584 a).	Mücken: Rückenschildchen dreilappig (Abb. 584 b) (Ausnahme *Megarrhinus*)
Brustkorb gestreckt.	Brustkorb gedrungen.
Taster des ♀ lang.	Taster des ♀ kurz.
Langbeinig.	Gedrungenere Beine (Ausnahme *Deinocerites*, wo sie lang sind).
Flügel schmal.	Flügel breiter.
Körperhaltung im Sitz gestreckt.	Körperhaltung buckelig.
Hinterleib von der Unterlage absperrend (Abb. 585 b u. c).	Hinterleib der Unterlage mehr angedrückt (Abb. 585 a).
Beim Stechen werden die Hinterbeine aufgesetzt.	Beim Stechen werden die Hinterbeine hochgehoben.

Im folgenden seien von jeder der genannten Gattungen einige der wichtigsten Arten nach ihrem bionomischen Verhalten und ihren Beziehungen zum Menschen, bzw. auch zur Forstwirtschaft, kurz besprochen:

Anophelini

Anopheles Mg.

Die für unser Gebiet wichtigste Art ist maculipennis Mg., die als Überträgerin der Malaria eine verhängnisvolle Rolle, vor allem im südlichen Europa, spielt und die deshalb auch als „Malariamücke" be-

zeichnet wird. Da das Zustandekommen der Malaria-Infektion nicht nur vom Vorkommen der *Anopheles*-Mücke und von Malaria-Keimträgern abhängt, sondern an bestimmte klimatische und andere Bedingungen geknüpft ist, so ist ihre medizinische Bedeutung durchaus nicht überall in ihrem Verbreitungsgebiet gleich zu bewerten. In Deutschland sind die Bedingungen heute im allgemeinen wenig günstig, so daß sich die Befürchtungen, die nach dem Krieg angesichts der zahlreichen mit Malariakeimen infizierten zurückgekehrten Soldaten gehegt wurden, als unbegründet erwiesen. *A. maculipennis* ist entgegen früheren Meinungen fast überall in Deutschland häufig (s. F. Eckstein).

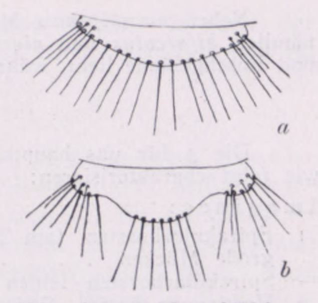


Abb. 584. Rückenschildchen, a von *Anopheles* (gerundet), b von *Aëdes* (dreilappig). Nach Martini

Die Eier werden auf das Wasser abgelegt und liegen dort in Reihen und Sternen beieinander, auf der Oberfläche treibend, wo sie je nach der Wärme in 12—14 Tagen ausschlüpfen. Die Larven leben an der Wasseroberfläche in geschütztem Wasser. Durchsonntes offenes Wasser sagt ihnen besonders zu. Sie liegen flach an der Oberfläche (Abb. 583 c), mit den äußeren Schwanzborsten angehäkelt und strudeln sich die Nahrung (allerlei kleines Getier, Algensporen usw.) mit den Mundborsten zu.

So sehr die Mücken sich tags an die Wälder halten, so sind sie doch im allgemeinen Tiere der offenen Niederungen mit Wiesen- und Weidebetrieb, da ihre Larven sonnige Gewässer brauchen; sie gehen auch hoch im Gebirge hinauf (weit über 2000 m!), soweit sich geeignete Brutplätze finden. Die Stiche merkt man wenig; infolgedessen und wegen ihrer nächtlichen Lebensweise werden die Mücken weniger beachtet als ihrer Häufigkeit entspricht. Tagsüber schlafen sie meist an dunklen zuggeschützten Stellen, in Zimmern, Veranden, Aborten, Schuppen usw. An solche Stellen ziehen sich auch die Weibchen zum Überwintern (Oktober—März) zurück.

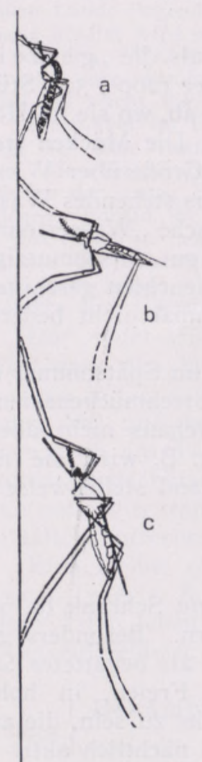


Abb. 585. Haltung sitzender Mücken (2/1); a *Aëdes nemorosus*, b *Anopheles nigripes*, c *Anopheles bifurcatus*. Nach Martini



Abb. 586. Striegel der Hinterschiene: a von *Culex*, b von *Aëdes*. Nach Martini

Neben *maculipennis* Mg. treten bei uns noch 2 weitere *Anopheles*-Arten auf, nämlich *bifurcatus* und *nigripes*, von denen erstere Brutplätze im halben Schatten und Buschgelände liebt, während *nigripes* Baumhöhlenbewohner ist („Waldmücken").

Culicini

Die 3 für uns hauptsächlich in Betracht kommenden Gattungen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Imagines:

1 Spirakularborsten (am Thorax zwischen Epimeren und Stigmen) vorhanden; große Mücken . . . . *Theobaldia* Nev. Lem.
— Spirakularborsten fehlen 2
2 Haftlappen breit. Striegel (Putzapparat) der Hinterschiene mit einer Reihe mäßig starker Borsten (Abb. 586 a) . . . . *Culex* L.
— Haftlappen, wenn erkennbar, schmal. Striegel der Hinterschiene mit 2 Borstenreihen, von denen die distale sehr kräftig ist (Abb. 586 b) . . . *Aëdes* Meig.

Larven:

1 Atemrohr mit mehreren Gruppen ventraler Haare . . . . *Culex* L.
— Atemrohr nur mit einem Paar ventraler Haare 2
2 Dieses Paar am Grunde des Rohres . . . . *Theobaldia* Nev. Lem.
— Dieses Paar etwa in der Mitte oder hinter der Mitte des Rohres . *Aëdes* Meig.

Culex L.

Die häufigste Art ist *C. pipiens* L., welche auch als die „gemeine Stechmücke" bezeichnet wird. Das ♀ legt seine Eier (200—300 Stück) zu Schiffchen zusammengeklebt auf die Wasseroberfläche ab, wo sie im Hochsommer ziemlich gleichmäßig in 2—3 Tagen schlüpfen. Die Mücken treten besonders im Herbst oft in Schwärmen von gewaltiger Größe über Wiesenwegen, Bächen usw. auf. Ihre Larven verlangen durchaus stehendes Wasser, wie Gräben, Teiche, Zisternen, Wassertonnen usw. (typische „Wassertonnenmoskito"), gedeihen auch, und zwar scheinbar besonders gut, in schmutzigem Wasser. Die Mücken überwintern (wie *Anopheles)* in feuchten geschützten Orten, besonders in Kellern, wo sie die Wände manchmal dicht bedecken (bis zu 10 000 Stück je Quadratmeter).

Trotz der ungeheuren Zahl, in welcher *C. pipiens* im Spätsommer und Herbst vorhanden ist — sie ist die häufigste unserer Stechmückenarten in der nächsten Umgebung des Menschen —, ist sie durchaus nicht überall so lästig wie die *Aëdes*-Arten. In Norddeutschland z. B. wird sie nach Martini „kaum lästig", während sie in Süddeutschland stellenweise als erhebliche Plage empfunden wird.

Theobaldia Nev. Lem.

Zu den häufigsten *Theobaldia*-Arten gehört *annulata* Schrank (s. oben S. 583). Man trifft sie im Freien und in den Häusern. Besonders gern kommt sie im Herbst in die Zimmer. Sie durchwintert als begattetes ♀ in Kellern und ähnlichen Räumen, doch wohl auch im Freien, in hohlen Bäumen u. dgl. Sie scheint ausschließlich Säugetiermücke zu sein, die auch den Menschen gern sticht. Wenn sie auch überwiegend nächtlich aktiv ist, so sticht sie, vornehmlich im ersten Frühjahr, auch bei Tage, sogar in den hellsten Vormittagsstunden und selbst im lichten Wald gelegentlich im Sonnenschein. Die Larve trifft man von Mitte Mai ab das ganze Jahr hindurch in offenen Waldtümpeln, Gräben, Wasserfässern, in Wasseransammlungen zwischen Stämmen usw. Die Weibchen setzen ihre Eier als Kähn-

chen zusammengeklebt aufs Wasser, ungefähr 200 Stück. Je nach der geographischen Lage kommen 2—3 und wohl noch mehr Generationen im Jahr vor.

Aëdes Mg.

Die *Aëdes* (Abb. 582) gehören zu unseren lästigsten Stechmücken und sind meist die Ursachen der Mückenplagen. So sind es nach Bauer auch *Aëdes*-Arten, die für die charakteristische „Schnakenplage" (die Stechmücken werden in Süddeutschland „Schnaken" genannt) in der Rheinniederung verantwortlich sind. Ihre Biologie fügt sich ja auch „in geradezu hervorragender Weise in die hydrographischen Verhältnisse der Rheinniederung ein":

„Der Winter wird ausschließlich im Eistadium überdauert. Die Eier werden im Herbst auf dem Erdboden abgelegt, und zwar an solchen Stellen, die zur Zeit der Eiablage ohne Wasser sein können, deren Niveau und Bodenfeuchtigkeit dem Mückenweibchen aber anzeigt, daß dort im Laufe der Zeit periodisch Wasser auftreten wird. Außerdem kann die Eiablage aber auch am Rande von Wassertümpeln oder Überschwemmungslachen, aber stets oberhalb des jeweiligen Wasserstandes, erfolgen. Da die Entwicklung der Mückenbrut ausschließlich frei im Wasser, und zwar nur in stehendem Wasser, vor sich gehen kann, ist also eine Unterwassersetzung der auf dem Lande liegenden Eier unbedingt erforderlich, bevor der Entwicklungsprozeß in Gang gesetzt wird und das Schlüpfen der Larven erfolgen kann. Den Winter über sind von den *Aëdes*-Arten nur Eier vorhanden. Wenn diese auch zu dieser Jahreszeit mehr oder weniger regelmäßig (im Rheingebiet wohl immer) überschwemmt werden, so reicht die Temperatur doch nicht zur Auslösung des Schlüpfprozesses aus. Sobald aber im Frühjahr (frühestens von Anfang April an) eine erneute Überflutung der Eier stattfindet, oder, falls diese dauernd im Wasser gelegen haben sollten, die Temperatur den kritischen Wärmegrad erreicht, erfolgt alsbald das Schlüpfen der ersten Frühjahrs-Larvengeneration, deren Imagines etwa Anfang Mai ausfliegen. Sobald die Weibchen zum Blutsaugen Gelegenheit hatten, legen sie erneut ihre Eier an den oben geschilderten Plätzen ab. Die Zahl der Generationen im Laufe des Sommers richtet sich nun allein nach den Wasserverhältnissen des Jahres, je nachdem, wie oft in den entsprechend der Entwicklungsdauer notwendigen Abständen eine Überflutung der Eier erfolgt."

Die *Aëdes*-Mücken fliegen ihre Beute viel dreister an als *Anopheles*, stechen gern den Menschen und allerlei Getier, auch Vögel, kommen aber nur selten in Gebäude, sondern halten sich, wenn sie ruhen, im Gezweig der Büsche, bei uns besonders in Kiefern- und Fichtendickungen auf. Sie stechen auch am Tag; ihre Stiche jucken stark und machen nach wenigen Minuten große Quaddeln. Ein weiterer unangenehmer Zug der *Aëdes* ist die Gewohnheit, weite Wanderungen zu unternehmen, so daß auch weit von Brutstätten entfernte Gebiete „verschnakt" werden können.

Eine Reihe von *Aëdes*-Arten finden sich nur im Wald und Busch (wie z. B. *nemorosus*). Sie verschwinden nach der Abholzung. Andere Arten leben in freiem Gelände, auf Wiesen, in Mooren und selbst auf Getreidefeldern.

Bekämpfung der Stechmückenplage im Walde

Während die Bekämpfung der „Hausschnaken" (*Culex*) durch verhältnismäßig kleine Mittel durchgeführt werden kann, nämlich durch Entfernung der verschiedenen Brutplätze in der Nähe menschlicher Wohnungen (wie alter Kochtöpfe, nicht gebrauchter Kübel, schlechter Dachrinnen usw.) und Abbrennen der überwinternden Weibchen in den Kellern, so erfordert die Bekämpfung der „Waldschnaken" Eingriffe von allergrößten Ausmaßen.

Wie selbst große Überschwemmungsgebiete (wie z. B. in den Rheinniederungen) mit Erfolg saniert werden können, darüber gibt das von Forstrat B a u e r (1933 u. 1935) aufgestellte Programm, das auch schon zum Teil praktisch erprobt ist, Auskunft.

Es stehen drei Methoden zur Verfügung:

1. die m e c h a n i s c h e B e k ä m p f u n g , die den Entzug der Brutstätten durch Entwässerung zum Ziel hat,
2. die c h e m i s c h e B e k ä m p f u n g , welche in der Entwicklung begriffene Massenbruten vernichtet, und schließlich
3. die b i o l o g i s c h e M e t h o d e , welche durch Schutz der natürlichen Feinde einer Massenvermehrung der Stechmücken Einhalt gebietet.

Die Durchführung der m e c h a n i s c h e n B e k ä m p f u n g , also einer planmäßigen Entwässerung der gesamten von Brutstätten durchsetzten Waldgebiete, ist erste Voraussetzung für den Erfolg in der Stechmückenbekämpfung. „Jeder andere Versuch, der Schnakenplage Herr zu werden, muß von vornherein als vollständig aussichtslos bezeichnet werden. Erst der Ausbau der Grabennetze gibt uns die Möglichkeit, die Schnakenbrutherde anzugreifen und wirksam zu erfassen. Sie haben daher allen anderen Maßnahmen vorauszugehen. M i t i h r e r p l a n m ä ß i g e n V e r w i r k l i c h u n g s t e h t u n d f ä l l t d a s g e s a m t e P r o b l e m d e r S c h n a k e n b e k ä m p f u n g."

Als zweites hat der c h e m i s c h e A n g r i f f auf die Schnakenbrut einzusetzen, sobald in den Gräben oder sonst in den getrennt liegenden Tümpeln Massenbrut von Schnaken festgestellt wird. Nach B a u e r hat sich hierfür das S c h n a k e n s a p r o l (der Firma Noerdlinger-Floers-



Abb. 587. Geländeaufnahme vor der Bearbeitung. Aufnahmepunkt Brücke auf der folgenden Aufnahme. Nach Bauer



Abb. 588. Erste Teilarbeit: Herstellung eines Abzuggrabens durch Faschinieren der Grabenwände. Nach Bauer

heim) gut bewährt, das ohne Gefahr für Fische, Vögel und Wild angewandt werden kann. Auf den Hektar der Gesamtauewaldfläche kann man mit durchschnittlich 4,5 kg Saprol rechnen, das mit einem Verstäuber oder auch einer Gießkanne auf die Wasserfläche gebracht wird. Die Flüssigkeit bleibt auf der Wasseroberfläche, sich hauchdünn verteilend, und dringt von hier in die Stigmen der Mücken ein.

Die biologische Bekämpfung richtet sich vor allem gegen die Larven der Stechmücken. Hierfür kommen in erster Linie die Fische in Betracht. „Wo Jungfische in größeren Mengen auftreten, ist eine Massenvermehrung der Schnaken nicht zu befürchten." Systematischer Schutz der Fischerei muß daher vor allem gefördert werden; auch bei der Anlage von Grabennetzen zur Regelung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse ist darauf zu achten. Neben den Fischen kommt nur noch den Wildenten größere Bedeutung in der geplanten Schnakenbekämpfung zu. Isolierte Tümpel mit Massenbrut, die den Fischen nicht zugänglich sind, insbesondere die völlig verschilften und dicht verwachsenen, seichten Wasserflächen werden nach Bauers Erfahrungen in kurzer Zeit von den Jungenten von Schnakenbrut vollkommen gesäubert.

Wenn außerdem noch eine Anzahl anderer Tiere den Mücken nachstellen, wie Schwalben und andere Vögel und die Fledermäuse, so treten diese gegenüber den Fischen und Enten in ihrer Bedeutung weit zurück. Auch die zahlreichen Insekten, die von den Larven sich nähren (Wasserkäfer aller Art usw.) spielen keine ausschlaggebende Rolle im Kampf gegen die Stechmückenplage, außerdem haben wir keinen Einfluß auf deren Vermehrung.

Nur wenn die drei Methoden (mechanische, chemische und biologische Bekämpfung) zusammen angewendet werden, ist die Gewähr dafür gegeben, daß die erwartete Massenvernichtung der Schnaken auch tatsächlich eintritt.



Abb. 589. Ehemalige Wasserfläche, aufgeforstet mit kanadischen Pappeln und Erlen. Nach Bauer

Welch große Erfolge durch eine auf dieser Grundlage durchgeführten Bekämpfungsaktion erzielt werden können, zeigt die Sanierung von Mannheim, von Ludwigshafen, die Melioration des hessischen Rieds durch Glaser, der schon seit Jahrzehnten vorbildlich in bezug auf Schnakenbekämpfung gewirkt hat. Über die technischen Einzelheiten bezüglich der Entwässerung ist auf Arbeiten von Bauer (1933 u. 1935) und Faber (1936) zu verweisen.

Durch die Entwässerung wird zugleich eine forstwirtschaftliche Produktionssteigerung erzielt. Bauer gibt an, daß durch die in dem Gebiet Kastenwört, Großgrund und Rappenwört vorgenommene Drainage in den Rheinwaldgebieten 44 ha bisher ganz ertraglose Böden für den Anbau von Pappeln und Erlen gewonnen wurden, und schätzt die jährlich zu erzielende Massenerzeugung je Hektar auf 10 bis 20 fm. „In 40—50 Jahren können beim Gelingen der Pappelanlagen auf den trocken gelegten Flächen etwa 20 000 fm hochwertiges Pappelnutzholz geerntet werden mit einem Ertrag von rund 1 Million Reichsmark.“

Literatur

über Culiciden[1])

Bauer, 1933, Die Bekämpfung der Stechmückenplage und die forstlichen Meliorationsmöglichkeiten in den Auewaldungen des oberen Rheintales. Forstwiss. Centralbl. 55. Jahrg., 667—676 u. 697—713.
— — 1935, Erfahrungen und Vorschläge zur Bekämpfung der Stechmückenplage in der badisch-pfälzischen Rheinniederung. Ebenda 57. Jahrg., 582—595.
Eckstein, F., 1920, Aus einer Feldstation für Stechmücken. Zeit. f. ang. Ent. 6.
— — 1922, Die Verbreitung von *Anopheles* in Bayern und ihre mutmaßliche Bedeutung für die Einschleppung der Malaria. Zeit. f. ang. Ent. *8*, 54 Seit., 1 Karte.
Faber, Otto, 1936, Wasserbewirtschaftung in den in der Rheinniederung liegenden badischen Auewaldungen. Allgem. Forst- u. Jagdztg. 112. Jahrg., 1—13.
Martini, E., 1923, Lehrbuch der medizinischen Entomologie. Jena, Gustav Fischer.
Peus, Fr., 1932, Die Stechmückenbekämpfung im Spreewald und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung. Ztschr. Gesundheitstechnik und Städtehygiene usw. H. 3/4.
— — 1934 a, Stechmücken-Winterbekämpfung. Ebenda H. 11/12.
— — 1934 b, Die Stechmücken im Rheingau und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung. Ebenda.
Prell, H., 1919, *Anopheles* und die Malaria. Flugschr. Deutsch. Ges. f. angew. Ent. Nr. 9. Berlin, Paul Parey.
Schimitschek, E., 1937, Forstschädlingsauftreten in Österreich 1936. Centrbl. f. d. ges. Forstw. *63* (Stechmücke S. 17—19).

6. Fam. Chironomidae, Zuckmücken [2])

Sehr kleine bis mittelgroße langbeinige Mücken, in ihrem Habitus stark den Stechmücken ähnelnd, jedoch ohne langen Stechrüssel. Fühler 6—15gliedrig, beim ♂ vielfach federbuschartig ausgebildet (Abb. 590), beim ♀ wenigstens mit Wirtelhaaren besetzt. Taster meist 4gliedrig. Brust gewöhnlich hochgewölbt und meist über den Kopf gezogen. In den schmalen Flügeln, die in der Ruhe am Leib flach aufliegen, sind nur die Vorderadern bis zum Sector radii wohl entwickelt.

Die Larven mit deutlichem Kopf und meist mit 2 vorderen Fußstummeln und zwei Nachschiebern. Bionomisch sehr vielseitig, leben sie entweder im Wasser oder in zersetzten Pflanzenteilen, unter Rinde usw.; auch in Ameisenhaufen, in ausgeschwitztem Harz wurden sie gefunden; einzelne sind räuberisch und Feinde der *Anopheles*-Larven. — Puppe ohne Tönnchen, ruhend oder beweglich.



Abb. 590. *Chironomus plumosus* L. ♂. Vergr. Aus Enderlein

Die Chironomiden sind in der Mehrzahl harmlose Tiere, nur die Unterfamilie der Ceratopogoninen enthält blutsaugende Arten, die als Schmarotzer Bedeutung erlangen können.

Die Zuckmücken stellen eine gattungs- und artenreiche Familie dar. Die Männchen bilden oft große tanzende Schwärme, die sehr oft mit Stechmückenschwärmen verwechselt werden. Die Larven sind im Wasser oft in ungeheuren Massen vorhanden, ein wichtiges Fischfutter abgebend [3]). Einer der häufigsten und bekanntesten

[1]) Ein ausführliches Literaturverzeichnis findet sich bei Martini (1923).

[2]) Der Name „Zuckmücken" rührt daher, daß sie mit den aufgerichteten und wie Fühler vorgestreckten Vorderbeinen beständig zucken.

[3]) Man hat festgestellt, daß von 24 Wildfischen in Deutschland 12 zu gewissen Zeiten und in bestimmten Gewässern beinahe ausschließlich von Chironomiden-Larven sich ernähren. In welchen Massen die Larven vorkommen, kann man daraus ersehen, daß beim Ausschlämmen von 12 l Bodenschlamm einmal nicht weniger als 3 l reine Mückenlarven gewonnen werden konnten!

Vertreter der Chironomiden ist *Chironomus plumosus* L. (Abb. 590), dessen blutrote Larven oft massenhaft am Grunde unserer Gewässer im Schlamm leben.

Die durch ihr Blutsaugen eine Ausnahmestellung unter den Chironomiden einnehmenden **Ceratopogoninae** sind sehr kleine „Gnitzen"[1]), bis unter 1 mm Länge. Ihre Fühler sind in beiden Geschlechtern 13—14gliedrig (bei den Chironomiden im weiblichen Geschlecht nur 5—8gliedrig). Beine nur mäßig lang, Flügel ziemlich breit (Abb. 591 A).

Die Larven treten in zwei verschiedenen Formen auf, je nachdem sie im Wasser oder im Moder, unter Borke usw. leben: Die ersteren (Wasserformen) sind sehr schlank und dünn, meist weißlich, und schwimmen gut unter schlängelnden Bewegungen; Borsten höchstens auf das Hinterende beschränkt (Abbild. 591 B). Die letzteren (Moderformen) sind gedrungener mit verschiedenen Borsten und Dornen besetzt, die Brustsegmente verdickt, am ersten und letzten Segment mit je einem Afterfuß (Abb. 591 D). — Die Puppen der Wasserformen schlank, mit schwachen Borstenreihen, unbeweglich an der Wasseroberfläche treibend; die Puppen der Moderformen untersetzt, mit starkem Brustabschnitt und kräftigen Dornen und Borsten (Abb. 591 C u. E).

Abb. 591. A Imago von *Ceratopogon* (*Culicoides*) *pulicaris* L. B bis E Larven und Puppen von verschiedenen Ceratopogoninen: B u. C Larve und Puppe einer im Wasser lebenden Art; D u. E Larve und Puppe von einer im Moder lebenden Art. Nach Johannsen (aus Martini). Vergrößert

Bei den Ceratopogoninen stechen wie bei den Culiciden nur die Weibchen, besonders in den Abend- und Nachtstunden. Sie sind mancherorts eine lästige Plage für den Menschen, zumal sie infolge ihrer Kleinheit durch engste Ritzen eindringen können. Als bekannteste Art sei die sogenannte „Flohschnake", Ceratopogon *(Culicoides)* pulicaris L., genannt (Abb. 591 A), die im Frühjahr in Waldgegenden sehr häufig vorkommt.

---

[1]) Die Ceratopogoninen werden oft mit den Phlebotomen und Simulien (s. unten S. 593) verwechselt und irrtümlicherweise wie die letzteren als „Kriebelmücken" bezeichnet, was zu vielerlei Mißverständnissen führt. In der englischen Literatur wird für alle 3 Gruppen gelegentlich die Bezeichnung „sandfly" gebraucht (s. Friederichs 1913).

Manche Arten saugen auch an kaltblütigen Tieren, an Insekten und selbst an Regenwürmern. Vogel (1931) fand einige winzige Gnitzen, *Atrichopogon infuscus* Goetgh., auf den Flügeln vom Buchenspinner, *Stauropus fagi* L., wo sie sich wohl vom Blut oder von Sekreten des Schmetterlings ernährten. Vielleicht handelt es sich auch bei der von Hering (Biologie der Schmetterlinge) genannten Fliegenart, die sogar ihre ganze Entwicklung auf dem Schmetterling durchmacht (die Larven fressen feine Gänge in den Flügel hinein), um eine Ceratopogonine.

Literatur

über Chironomiden

Friederichs, K., 1913, Die neuere, insbesondere medizinische Literatur über „Sandflies" *(Phlebotomus, Simuliinae, Ceratopogoninae).* Zeit. f. wiss. Ins. Biol.

Martini, E., 1923, l. c. S. 177—181.

Rieth, I. Th., 1915, Die Metamorphose der Culicoidinen (Ceratopogoninen). Arch. f. Hydrobiol. Suppl. *2.*

Vogel, R., 1931, Beobachtungen über blutsaugende Zweiflügler im Kanton Tessin. Zool. Anz. *93,* 1—3.

7. Fam. Simuliidae, Kriebelmücken

Die Kriebelmücken sind kleine fliegenähnliche Mücken, die durch ihren Stich Mensch und Tier belästigen und bei Massenvermehrungen den Viehherden gefährlich werden können.

Die Simulien lassen sich von den Fliegen, denen sie habituell ähneln, sehr leicht durch den Bau der Fühler unterscheiden, die zehn, allerdings sehr kurze, breite Glieder besitzen (Abb. 592). Der Brustabschnitt ist oben, besonders nach vorne zu, hochgewölbt, ohne Quernaht. Hinterleib 7—8ringelig. Beine kurz und stark. Rüssel etwas vorstehend, Taster 4gliedrig, Endglied stark verlängert. Flügel groß. Die Größe der Imagines schwankt zwischen 2 und 5 mm.

Die Larven gedrungen gebaut, nicht über 15 mm lang, am Vorder- und besonders am Hinterende deutlich angeschwollen. Der Kopf mit 2 großen fächerförmigen Strudelorganen zur Nahrungsbeschaffung (Abb. 593 A). Am 1. Brustsegment ein unpaarer Fußstummel, am letzten Hinterleibsring eine Saugscheibe zum Festheften. Die Larve bewegt sich spannerartig kriechend, indem sie an Wasserpflanzen Fäden spinnt, in die sie abwechselnd mit dem Brustfuß und der Saugscheibe eingreift.

Die gedrungene Puppe hat am Vorderende lange mehr oder weniger verzweigte Atemröhren; sie liegt in einem tütenförmigen Gehäuse, dessen Öffnung meist in der Richtung des Stromes liegt (Abb. 593 B).

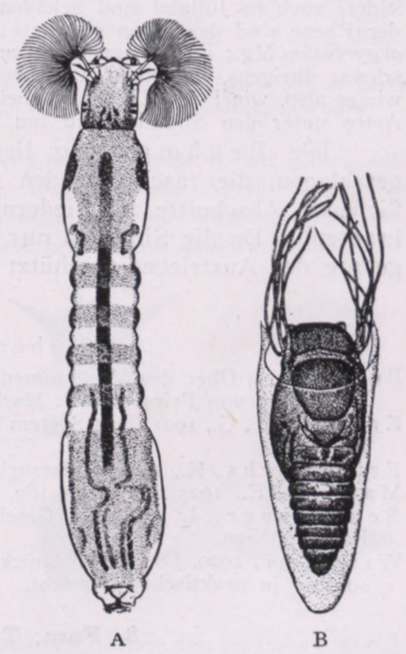


Abb. 593. Larve (A) und Puppe im Gespinst (B) von *Simulium.* Nach Sikora (aus Martini)

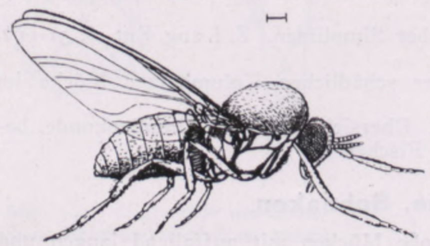


Abb. 592. Weibliche Kriebelmücke (*Simulium argyreatum* Mg.) 20/1. Nach Friederichs

Die Familie hat nur eine Gattung, *Simulium,* die zahlreiche Arten enthält und über die ganze Erde bis zu Höhen von 2200 m verbreitet ist. Friederichs (1920) gibt für die deutschen Arten Bestimmungstabellen und eingehende Beschreibungen.

Die Eier werden zu Gelegen vereint, an Wasserpflanzen, Steinen, Balken usw. unter Wasser abgesetzt, rund 200 Stück je ♀. Die Larven leben in raschfließenden Gewässern, Bächen oder nahe dem Ufer der Flüsse. Die Mücke schlüpft unter Wasser aus und steigt in einer Luftblase nach oben; hier platzt die Blase und die Mücke steht trocken auf der Wasseroberfläche.

Die Männchen tanzen im Sonnenschein schon in den frühen Morgenstunden in kleinen und großen Schwärmen. Nur die Weibchen stechen, und zwar nur am Tage (im Gegensatz zu den Ceratopogoninen, s. oben!).

Vieh, Wild und zuweilen auch der Mensch sind die Blutspender. Die Stiche der Kriebelmücken jucken anfangs stark. Die Stichstellen schwellen an, die ganze Haut der befallenen Tiere kann serös durchdrängt sein; Lungenödem, Schwellung der Leber, Milz, Niere usw. folgen, so daß die erkrankten Tiere erliegen können. Die Viehverluste sind oft sehr bedeutend. Besonders große Schäden durch ungeheure Simulienmassen sind in Ungarn bei Columbacz bei Orsowa beobachtet worden („Columbaczer Mücke", *Simulium maculatum* Mg.). „In manchen Jahren vermehren sich dort die Mücken in unglaublicher Weise und überfallen dann Mensch und Vieh, namentlich in den Morgen- und Abendstunden in riesigen Schwärmen. Das Vieh wird durch die Angriffe der blutsaugenden ♀♀, die besonders gegen die Augen, das Maul, die Nasenlöcher, den After usw. gerichtet sind, wie toll. Im Jahre 1783 wurden z. B. auf den dem Bergwesen gehörenden Dominien 20 Pferde, 32 Füllen, 60 Kühe, 71 Kälber, 130 Schweine und 310 Schafe getötet" (s. Schönbauer 1795). In Deutschland ist es vor allem die Provinz Hannover, die Leinegegend, die unter der Simulienplage leidet; auch in Jütland sind Schäden beobachtet. Die wichtigsten Viehschädlinge in der Ebene sind das schon genannte *Simulium maculatum* Mg., dann *reptans* L. und *argyreatum* Mg.; im Gebirge treten andere Arten hinzu (s. Friederichs 1922). Es scheint übrigens, daß nicht alle Arten und diese nicht überall Blut saugen, so daß wir es also, wie Friederichs meint, mit „gefährlicheren und weniger gefährlichen Arten unter den Simulien" zu tun haben dürften.

Die Bekämpfung liegt noch sehr im argen. Man hat vorgeschlagen, die raschfließenden Gewässer durch Stauanlagen in schwachfließende Abschnitte zu gliedern; ferner die *Simulium*-Gewässer zu „entkrauten". Da die Simulien nur am Tag stechen, kann das Vieh durch Regelung des Austriebes geschützt werden.

Literatur

über Simuliiden

Bosse, 1920, Über das Vorkommen von Schadwirkungen der Kriebelmücken in der Umgebung von Friesack i. d. Mark. Berl. Tierärztl. Wochschr. S. 371.

Enderlein, G., 1921, Das System der Kriebelmücken. Dtsch. Tierärztl. Wochschr. *29,* 197.

Friederichs, K., 1921, Untersuchungen über Simuliiden. Z. f. ang. Ent. *8,* 31—92.

Martini, E., 1923, l. c. 181—189.

Schönbauer, I. A., 1795, Geschichte der schädlichen Kolumbatzer Mücke im Banat. Wien.

Wilhelmi, 1920, Die Kriebelmückenplage. Übersicht über die Simulienkunde, besonders in praktischer Hinsicht. Jena, G. Fischer.

8. Fam. Tipulidae, Schnaken

Die Tipuliden sind mittelgroße bis große Mücken mit auffallend langen und zarten Beinen (Abb. 594 A). Kopf frei, mehr oder weniger geneigt, Augen groß, Ocellen meist fehlend. Fühler mit 6 bis über 30 Gliedern, einfach oder gekämmt.

Rüssel mehr oder weniger schnauzenförmig, ohne Stechborsten, mit 4—5gliedrigen Tastern. Thorax gewölbt mit deutlicher V-Naht. Hinterleib schlank, beim ♂ zu einer keulenförmigen Anschwellung, dem Hypopygium verdickt, beim ♀ schlank ausgezogen bzw. in 3 Spitzen (2 Cerci und eine Legeröhre) auslaufend (Abb. 595).

Die L a r v e n (Abb. 594 B) sind walzig, dick, mit derber Haut, 11—12 gliedrig und etwa 2 cm lang, amphi- oder metapneustisch. Der mehr oder weniger einziehbare Kopf ist meist reduziert, trägt aber dicke, gezähnte, gegenständige, also zum Nagen geeignete Kiefer. Besonders charakteristisch ist das abgestutzte Hinterleibsende, das meist verschiedene fleischige oder mehr oder weniger stark chitinisierte Fortsätze besitzt, zwischen denen die 2 großen dunkel chitinisierten rundlichen Stigmenplatten, an Augen erinnernd, liegen („Teufelsfratze") (Abb. 594 C und 596). Die P u p p e n, langen Schmetterlingspuppen ähnlich, mit Atemröhren an der Vorderbrust und Dornenkränzchen an den Hinterleibsringen (Abbild. 594 D).

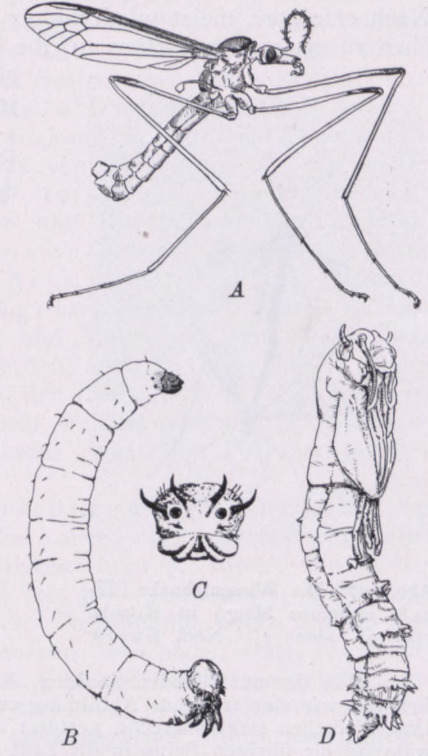


Abb. 594. *Tipula*. A Imago (♂), B Larve, C Hinterende derselben, D Puppe

Die B i o n o m i e der Tipuliden wurde, hauptsächlich im Hinblick auf die großen landwirtschaftlichen Schäden, die durch deren Larven verursacht werden, recht eingehend studiert, in neuerer Zeit vor allem von B o d e n h e i m e r (1920/23/24), von d e J o n g (1925) u. S e l l k e (1936).

Die meisten Schnaken haben nur e i n e Generation im Jahr, nur einige, wie *T. oleracea* L., haben zwei. Die meisten Arten fliegen zu Beginn des Sommers, nur wenige im Spätherbst, an warmen, feuchten Tagen niedrig und schwerfällig über feuchte Gras- und andere Ländereien.

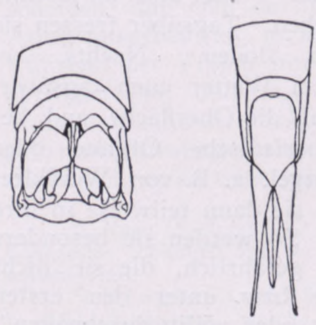


Abb. 595. Hinterende des Männchens (links) und Weibchens (rechts) der Wiesenschnake (*Tipula paludosa* Meig.). Aus R o s t r u p - T h o m s e n

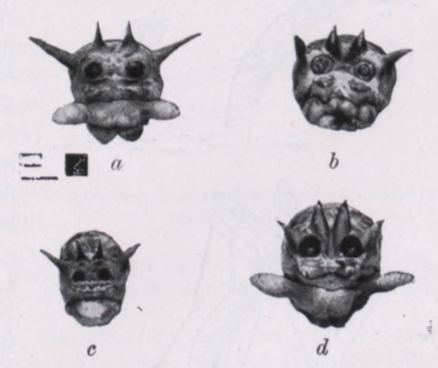


Abb. 596. Hinterende der Larve („Teufelsfratze") von verschiedenen Tipuliden. a *Tipula oleracea* L., b *Tipula vernalis*, c *Pachyrrhina crocata* L., d *Pachyrrhina maculata* Meig. Nach d e J o n g (aus R e h)

Nach erfolgter, meist wiederholter Begattung (Abb. 597) stoßen die Weibchen an geeigneten Stellen auf die Erde, um die ovalen, etwas gekrümmten, glänzend schwarzen Eier, von denen jedes Weibchen 250—600 enthält, zu je 1—6 an oder in die Erde bzw. an niedrige Pflanzen vermittels eines aktiven Schleudermechanismus abzulegen.



Abb. 597. Die Wiesenschnake (*Tipula paludosa* Meig.) in Kopula, oben ♀, unten ♂. Nach Gasow



Abb. 598. Eierlegendes *Tipula*-Weibchen. Nach Réaumur (aus Bodenheimer)

Von der auffallenden Stellung, die die Weibchen bei der Eiablage einnehmen, besitzen wir eine treffende Abbildung von Réaumur aus dem Jahr 1740 (Abb. 598). Das Weibchen steht aufrecht, gestützt auf die Hinterleibsspitze und die Hinterbeine, während die übrigen Beine in die Luft erhoben werden. Die Hinterleibsspitze bohrt sich einige Millimeter in den Boden. Die Eiablage findet nur in lockerem feuchten Boden statt; sind diese Bedingungen gegeben, so sind die Weibchen unermüdlich bei dieser Beschäftigung und lassen nur die notwendigsten Pausen darin eintreten. Bisweilen findet die Eiablage auch an oberirdischen Pflanzenteilen statt, an Blättern usw., die dann wie mit Schießpulver bestreut aussehen.

„Nach 2—3 Wochen kriechen die Larven aus, die zunächst wohl nur von Humus und anderen vermodernden Stoffen leben, später — besonders im nächsten Frühjahr — aber auch an lebende Pflanzen übergehen. Tagsüber fressen sie gewöhnlich im Boden. Nachts, bei feuchtem, trübem Wetter auch tagsüber, kommen sie auf die Oberfläche und benagen hier oberirdische Organe oder beißen die Stengel, z. B. von Weißklee, glatt durch, die sie dann teilweise in ihre Löcher ziehen. So werden sie besonders Keimpflänzchen gefährlich, die sie dicht über der Erde bzw. unter den ersten Blättern ringeln oder völlig durchnagen.“ Den Winter über verharren die Larven in einer Art Kältestarre, um im Frühjahr mit zunehmender Größe den Fraß um so ausgiebiger fortzusetzen.

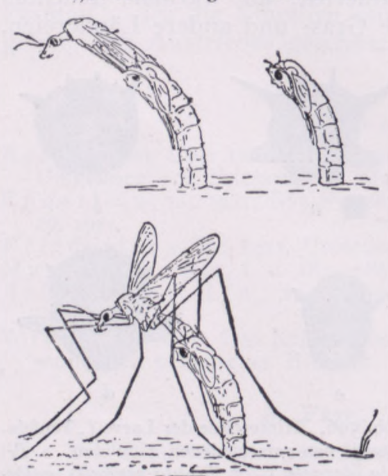


Abb. 599. Schlüpfende *Tipula*. Nach Hyslop (aus Bodenheimer)

Von April bis Ende Juli findet die V e r p u p p u n g in der Erde statt, der ein Stadium der Freßunlust vorangeht. Nach 2—3 Wochen schiebt sich die sehr bewegliche Puppe mittels der an den Hinterleibsringen befindlichen Dornen (gleich wie die Puppen der Sesien) mit dem Vorderteil über die Oberfläche hervor, worauf die Schnake bald ausschlüpft (Abb. 599).

Als P a r a s i t e n der Tipuliden sind nur einige T a c h i n e n (aus den Gattungen *Admontia* und *Bucentes)* von Bedeutung (R e n n i e and S u t h e r l a n d 1920, T h o m p s o n 1915). Als r ä u b e r i s c h e F e i n d e sind neben einigen K ä f e r n und R a u b f l i e g e n (Asiliden) die M a u l w ü r f e und S p i t z m ä u s e zu nennen, die ganz gewaltig unter den Larvenmassen aufräumen (W h i t e rechnet täglich 20 Larven je Maulwurf), sowie eine Reihe von V ö g e l n , besonders Stare, Krähen, Möwen und Fasane, in deren Kröpfen und Magen oft ganz erstaunliche Mengen von Schnakenlarven gefunden werden; auch der Ziegenmelker wurde als Tipulidenverzehrer beobachtet. Bisweilen treten auch K r a n k h e i t e n bei den Tipulidenlarven auf, vor allem Pilzkrankheiten (s. B o d e n h e i m e r 1923), dann auch Bakteriosen und die Polyederkrankheit (R e n n i e 1923).

Von den k l i m a t i s c h e n E i n f l ü s s e n wirkt Trockenheit, besonders im Herbst dezimierend auf die Larven ein, während auf einen feuchten Herbst häufig ein Massenauftreten folgt [1]), soweit die Bodenbeschaffenheit günstig ist [2]). Ein Befall von 300—400 Larven je Quadratmeter ist dann nichts Außergewöhnliches. Regelmäßig finden solche Vermehrungen auf frisch in Kultur genommenen Moorböden statt, bis in der neu erschlossenen Biocönose sich ein neues Gleichgewicht herausgebildet hat. Die Larven bevorzugen Gras- und Brachländereien, befallen jedoch auch fast alle Feldfrüchte und können auch in Gemüsegärten, Blumenzüchtereien, ebenso in f o r s t l i c h e n B a u m s c h u l e n , Pflanzgärten, vor allem an 1—2jährigen Nadelhölzern und Weidenhegern gefährlich werden.

Tipuliden als Forstschädlinge

In forstlicher Hinsicht sind nach unserem heutigen, noch sehr lückenhaften Wissensstand von den zahlreichen Gattungen vor allem zwei zu nennen, nämlich T i p u l a L. und P a c h y r r h i n a M e i g. Letztere Gattung ist von *Tipula* daran zu unterscheiden, daß von der Discoidalzelle drei Adern ausgehen (m_1, m_2 und m_3) (Abb. 600), während bei *Tipula* nur zwei daraus entspringen (m_1 und m_3) (s. Abb. 516 A). Außerdem sind die *Pachyrrhina*-Arten meist gelb und schwarz gefärbt, während die *Tipula* meist mehr grau oder gelb oder dunkel sind.

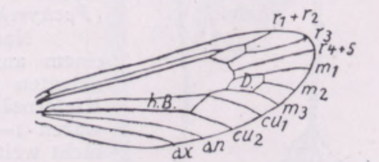


Abb. 600. Flügelgeäder von *Pachyrrhina*. Nach Enderlein

[1]) Nach S c h n a u e r (1930) treten die Tipuliden nur in der Nordatlantik-Klimazone schädlich auf, wo die Winter mild, die Sommer kühl und die Regenfälle schwer sind.

[2]) D i n g l e r (1924) berichtet von einem massenhaften Auftreten der Schnaken in Waldabteilungen, welche 1—2 Jahre vorher sehr stark von der Nonne befallen waren. Möglicherweise wurden durch die Düngung des Waldbodens mit Nonnenraupenkot und verwesenden Raupen die Tipuliden zur Eiablage angelockt. Die Aufzucht der hier gefundenen Larven ergab meist *Tipula nubeculosa* Mg., ferner einige *Tipula lateralis* Mg.

In der Literatur werden folgende Arten als Forstschädlinge angeführt (wobei es fraglich ist, ob die Bestimmung jeweils zutreffend ist):

Pachyrrhina crocata L., *histrio* F., *iridicolor* Schum., *pratensis* L. und *quadrifaria* Mg.

Tipula marginata Mg., *melanoceros* Schum., *oleracea* L., *pabulina* Mg., *scripta* Mg. und *subnodicornis* Mg.

Damit dürfte die Liste der forstschädlichen Tipuliden-Larven wohl nicht erschöpft sein; es ist wohl anzunehmen, daß noch manche der der Waldbiocönose angehörigen Tipuliden, deren Larven für gewöhnlich in faulen Stöcken oder in der Bodenstreu gefunden werden, bei gegebener Gelegenheit auch lebende Pflanzen angreifen.

Die Bionomie bzw. das forstliche Verhalten scheint bei den verschiedenen Arten mehr oder weniger gleichartig zu sein, wenigstens lassen sich nach unseren heutigen Kenntnissen keine wesentlichen Unterschiede herausstellen.

Tipuliden-Schäden an jungen Nadelholzpflänzchen

Die jungen Nadelholz-Sämlinge oder Pflänzchen werden abgebissen oder geschält.

Nach Hartig (1860) wurden in einer Saat von Balsamtanne im Frühjahr während der Nacht von den Larven 13 mm über und 13 mm unter der Bodenfläche Rinde und Bast der jungen Pflänzchen bis auf den Holzkörper abgenagt. Die Wurzeln blieben ganz verschont. Während des Tages lagen die Larven, von denen sich 60—80 auf dem Quadratmeter fanden, 5—8 cm tief im Boden. In der gleichen Tiefe fand Ende Juni, Anfang Juli die Verpuppung statt. Die Puppenruhe dauerte 2—3 Wochen. Vor dem Ausschlüpfen der Mücke schiebt sich die Puppe zur Hälfte aus dem Boden heraus. — Einige Lärchenpflanzen wurden in der gleichen Weise beschädigt.


Abb. 601. Junge Fichtenpflänzchen, links geschält, rechts abgebissen. Nach Eckstein

Die Aufzucht der Larven ergab *Pachyrrhina crocata* L., eine an der Färbung leicht kenntliche Art (glänzend schwarz, mit gelben Flecken auf Kopf und Brust und 3—4 gelben Ringen auf dem Hinterleib). Larvenhinterende s. Abb. 596 c.

Baudisch (1883) berichtet, daß in einer Fichtenplätzsaat (in der Nähe einer Wiese), die kaum aufgelaufenen Sämlinge in der Mitte ganz abgebissen oder teilweise geknickt wurden. Die Täter waren sicher Tipulidenlarven (*Pachyrrhina crocata* L.?).

Nach Nitsche wurden im Oktober (1893) sowohl in einem auf einer alten Schlagfläche geringer Bonität angelegten Saatkamp, wie in den Kulturen die diesjährigen Kiefernsämlinge plätzweise rot. Die übersandten Pflanzen waren 1—4 cm unter dem Nadelansatz durchgebissen, aber nicht weiter benagt. Als Täter wurden namentlich unter den Moosplaggen, mit denen die Zwischenräume der Pflanzreihen gedeckt waren, aber auch in der Erde, hellgraue *Tipula*-Larven gefunden, deren „Teufelsfratze" Nitsche abbildet. Die auskommende Schnake wurde als *T. melanoceros* Schum. bestimmt. Fuchs (1900) berichtet von einem massenhaften Auftreten von Tipuliden-Larven in einem Fichtensaatbeet bei Lichtenfels (Oberfranken). Die einjährigen Fichtenpflänzchen waren oberirdisch unter dem Nadelansatz rund 10 bis 15 mm ihrer Rinde und des Bastes beraubt. Die Aufzucht der Larven ergab mehrere Arten, die als *Pachyrrh. iridicolor* Sch., *quadrifaria* Mg., *Tipula scripta* Mg. und *marginata* Mg. bestimmt wurden. — Nach demselben Autor wurden in einem im Zimmer gehaltenen Holzkasten die

Keimlinge der verschiedensten Pflanzen, Laub- wie Nadelhölzer, meist Saaten (von Prof. Mayr) unterirdisch durchbissen *(Pachyrrh. quadrifaria* Mg.). — Nach Eckstein (1904) wurden in einem Fichtensaatkamp der Oberförsterei Tiergarten (bei Fulda) einjährig verschulte Fichten in der Weise beschädigt, daß sie dicht über dem Boden, manche auch etwas höher, andere tiefer, ringsum der Rinde beraubt wurden *(Tipula nodicornis* Mg.?). In einer anderen Oberförsterei (Neukakow) wurden die kleinen Pflänzchen bald nach dem Aufgehen abgebissen oder, wenn sie bereits etwas stärker geworden waren, nahe an der Erdoberfläche geschält (Abb. 601); gezogen wurden *Pachyrrh. iridicolor* Schum., *histrio* F. und die zu den Limnobiiden gehörende *Gonomyia tenella* Mg. (s. unten S. 602). — Nüßlin (F. 7) berichtet über Tipuliden-Fraß an vorjährigen Fichtenpflänzchen im Schwarzwald und von einjährigen Kiefernkeimlingspflanzen (Abb. 602).

Tipuliden-Schäden in Weidenhegern

Die jungen Schößlinge neugepflanzter Stecklinge werden abgefressen. Altum (F. III, S. 293) teilt aus dem Jahre 1877 einen solchen Fall von Weidenhegern in Dremmen (Reg.-Bez. Aachen) mit. Viel stärker scheinen die Schäden gewesen zu sein, über die Krahe (in seinem Lehrbuch der Korbweidenkultur) ebenfalls aus der Aachener Gegend berichtet. Auch hier



Abb. 602. *Tipula*-Larvenfraß an einjährigen Kiefern. 1/1. Aus Koch

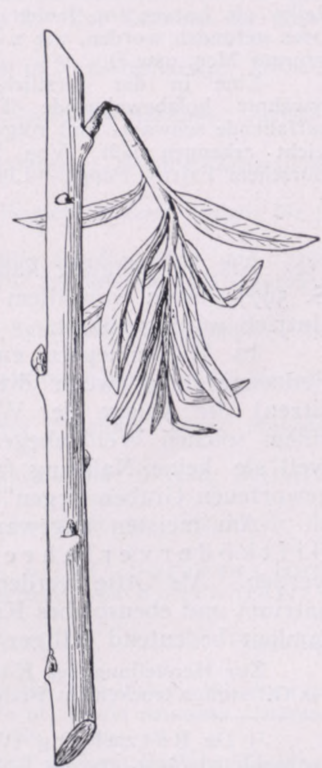


Abb. 603. Fraßbeschädigung durch *Tipula*-Larven am Weidensteckling. Nach Ludwigs und Schmidt

nagten die Tipuliden-Larven die Schößlinge in den Monaten April und Mai nächtlich unter und über der Erde ab und zogen in vielen Fällen die abgebissenen Triebe in ihre Schlupfwinkel. In der Nähe jedes Stecklings fand man 3—4, ja mitunter 15—17 Larven und bei feuchtem, dunklem Wetter zogen die Larven umher, so daß sie die Wiesenpfade bedeckten. In der Morgendämmerung konnte man sie korbweise sammeln und so die Weidenheger schützen. Um welche Art es sich hier gehandelt hat, ist nicht festzustellen. Es wird bei Krahe lediglich von der „Wiesenschnake" gesprochen. Nach Ludwigs u. Schmidt (1930) sind es vor allem *Tip. oleracea* L., *maculata* Mg. und *Pachyrrhina pratensis* L., die die jungen Weidenschößlinge benagen; besonders zu leiden haben Weiden, die auf früherem Weideland stehen. Hier kann dem Schaden dadurch, daß das Weideland vor dem Pflanzen der Weiden mit einer Rübenernte belegt wird, wesentlich vorgebeugt werden.

* *
*

Viele Tipuliden-Larven leben in anbrüchigen Stellen von Bäumen, oder in faulen Stöcken oder in bzw. unter der Streudecke von Laub- und Nadelholzbeständen. Beling hat eingehende Beobachtungen und Untersuchungen (Zuchten) hierüber gemacht, deren Ergebnisse in einer Aufsatzreihe in den „Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft Wien" (1873, 1879 u. 1887) veröffentlicht sind. Von den dort behandelten Arten sind eine ganze Reihe als Larven in faulen Stammteilen oder Stöcken von verschiedenen Holzarten gefunden worden, wie z. B. *Pachyrrhina flavolineata* Mg. [1]), *Tipula ochracea* Mg., *irrorata* Mcq. usw. [2]).

Eine in der forstlichen Literatur mehrfach (Nitsche und Barbey) erwähnte holzbewohnende Tipulide ist *Ctenophora atrata* L. (= *xiphura*), eine auffallende schwarz- und rotgefärbte Art, deren ♂ sich an den gekämmten Fühlern leicht erkennen läßt. Von Barbey, der die Larve abbildet, wurde sie in morschem Erlen-, Pappel-, Linden- und Birkenholz gefunden.

Bekämpfung

Als Vorbeugung kann der Schutz der natürlichen Feinde (s. oben S. 597) dienen, vor allem sollen die Stare günstig wirken; auch Hühnereintrieb wird gerühmt.

In Weidenhegern empfiehlt Krahe neben dem Sammeln vor Sonnenaufgang (wenn die Larven oberirdisch am Grunde des Schosses sitzen) die Anlage der Weidenheger mit höheren Weidenpflanzen. Aus einem solchen Weidenheger „wanderten die Larven prozessionsweise aus, weil sie keine Nahrung fanden und blieben haufenweise in einem ausgeworfenen Graben liegen".

Am meisten angewandt in landwirtschaftlichen Betrieben wird das Giftköderverfahren, durch das die Larven angelockt und vergiftet werden. Als Gifte werden benutzt Schweinfurtergrün, technisches Fluornatrium und ebensolches Kieselfluornatrium (letzteres ist bei gleicher Wirksamkeit bedeutend billiger als die Schweinfurtergrün-Präparate).

Zur Herstellung des Köders mischt man 12½ kg grobe Weizenkleie mit ½ kg des Giftstoffes trocken im Freien gründlich durch; dann wird in kleinen Mengen nach

[1]) Da Ratzeburg (W. II. Dipteren Tafel Fig. 3) neben der als schädlich beobachteten *Pach. crocata* L. auch diese abbildet, so wird die bisher nur als harmlos beobachtete Art verschiedentlich auch als schädlich angeführt.

[2]) Auf welche Art die von Ratzeburg erwähnte *Tipula aceris* zu beziehen ist, läßt sich bei der Polyphagie der Larven nicht sagen.

und nach etwas Wasser zu der Mischung gegeben, bis diese feinkrümelig und feucht, aber nicht naß geworden ist. Die so bereitete Ködermenge wird gegen Abend breitwürfig auf 1/2 ha ausgestreut. Da es sich um stark giftige Stoffe handelt, ist bei allen Arbeiten damit, vor allem bei der Herstellung, große Vorsicht notwendig. Eingehende Angaben über die Giftködermethode finden sich bei Gasow (1933), wo auch ein ausführliches Literaturverzeichnis vorhanden ist (s. auch Gasows Flugblatt Nr. 75 der Biologischen Reichsanstalt 1932).

Literatur

über Tipuliden

Barbey, A., Contribution à l'étude des Diptères xylophages *(Ctenophora atrata* L.). Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. *53*, S. 259—262. 1 Taf.

Baudisch 1883, Über *Tipula crocata* Schr. Centralbl. f. d. ges. Forstw. *9*, 548—549.

Beling, 1873, Beitrag zur Naturgeschichte verschiedener Arten aus der Familie der Tipuliden. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien *23*, 575—592.

— — 1879, Dasselbe. II. Teil. Ebenda *28*, 21—56.

— — 1887, Dasselbe. III. Teil. Ebenda *36*, 171—214.

Bodenheimer, F., 1920, Beiträge zur Kenntnis der Kohlschnake *(Tipula oleracea* L.). Zur Anatomie und Ökologie der Imago. Zeitschr. f. wiss. Zool. *121*, 393—441.

— — 1923, Beiträge zur Kenntnis von *Tipula oleracea* L. Zur Schädlingsökologie. Ztschr. f. ang. Ent. *9*, 1—104. (Mit einem ausführlichen Literaturverzeichnis, 254 Nummern).

— — 1924, Beiträge zur Kenntnis von *Tipula oleracea* L. Zur Kenntnis der Larve. Zool. Jahrb. Abt. Syst. *48*, 129—154.

Dingler, M., 1924, Über das Auftreten von Tipuliden in Nonnengebieten. Zeitschr. f. ang. Ent. *10*, 217—218.

Eckstein, K., 1904, Beiträge zur Kenntnis einiger Nadelholzschädlinge. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. *36*, 355—366.

Fuchs, F., 1900, Über einige forstschädliche Tipulidenarten. Forstw. Zentralblatt *22*, 134—138.

Gasow, H., 1932, Lebensweise und Bekämpfung der Wiesenschnaken. Flugbl. Nr. 75 der Biol. Reichsanst. Berlin.

— — 1933, Zur Bekämpfung der Schnakenlarven *(Tipula paludosa* Mgn. und *Tipula oleracea* L.) mit chemischen Mitteln. Landw. Jahrb. *77*, 69—112. (Mit ausführlichem Literaturverzeichnis.)

Hartig, Th., 1860, Das Insektenleben im Boden der Saat- und Pflanzkämpe. Pfeils „Kritische Blätter“ *43*, S. 142—151.

Jong, W. H. de, 1925, Een studie over emelten en hare bestrijding. Versl. Mededel. Plantenziektenkdge. Dienst No. 28.

Jong, W. H. de, en Elze, Ir. D. L., 1922, Over Emelten. Versl. Mededel. Plantenziektenkdge Dienst No. 25.

Krahe, J. A., 1913, Lehrbuch der rationellen Korbweidenkultur. 6. Aufl. Bearbeitet von F. König, Limburg a. L. (Über Tipula S. 224—227.)

Ludwigs, K., u. Schmidt, M., 1930, Korbweidenschädlinge. Flugbl. 81 der Biol. Reichsanst. Berlin. 2. Aufl.

Reh, L., 1932, Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. 2. Teil. Sorauers Handbuch d. Pflanzenkrankheiten, 5. Bd.: Tipuliden, bearbeitet von Bodenheimer, S. 50—56.

Rennie, J., 1923, Polyedral disease in *Tipula paludosa* Leig. Proc. R. Phys. Soc. Edinburgh Sess. 1921—23, 20, 6.

Rennie, J., and Sutherland, C. W., 1920, On the life history of *Bucentes (Siphona) geniculata (Diptera: Tachinidae)*, Parasite of *Tipula paludosa (Diptera)* and other Species. — Parasitology, Cambridge *12*, No. 3, 199—211.

Schnauer, W., 1930, Das Schadgebiet der Tipuliden in Deutschland. Ztschr. f. wiss. Ins. Biol. *25*, 113—129.

Sellke, K., 1936, Biologische u. morphologische Studien an schädlichen Wiesenschnaken *(Tipulidae)*. Ztschr. f. wiss. Zool. *148*.

Thompson, W. R., 1915, Sur un Diptère Parasite de la Larve d'un Mycetophilide. C. R. Soc. Biol. Paris *78*, No. 5, 87—89.
White, P. B., 1914. The Food of the Common Mole. II. Bd. Agric. London 21, Nc. 5.

9. Fam. Limnobiidae, Stelz- oder Sumpfmücken [1])

Die Limnobiiden unterscheiden sich von den ihnen nahestehenden Tipuliden hauptsächlich durch das letzte Tasterglied, das niemals peitschenförmig verlängert ist wie bei diesen, sondern gewöhnlich kürzer als das vorhergehende; außerdem durch das verschiedene Flügelgeäder (die Subcosta mündet bei den Limnobiiden in die Costa, bei den Tipuliden in den Radius) (s. Abb. 600).

Die Larven, die eine gewisse Ähnlichkeit mit den Tipulidenlarven haben, leben von Pilzen, faulenden Pflanzenstoffen, Baum-Moder usw. Beling (1878) gibt als Fundort für verschiedene Limnobiiden-Larven an: „Faulstellen eines Buchenstammes", „unter der Laubstreu eines Eschenbestandes", „in schmieriger nasser Erde" usw. — Die Mücken treten zuweilen in größeren Schwärmen auf, manchmal sogar an warmen Tagen im Winter („Wintermücken").

Wirtschaftlich scheinen die Limnobiiden keine wesentliche Bedeutung zu haben. In der forstlichen Literatur wird nur einmal eine Limnobiide genannt, nämlich *Gonomyia tenella* Mg. (Rückenschild schwefelgelb mit braunen Striemen, Hinterleib braun mit gelbem Seitenrand), die Eckstein (1904) neben verschiedenen Tipuliden-Arten aus Larven gezogen hat aus einer Fichtensaat, die typische Tipuliden-Schäden aufwies. Ob *Gonomyia* an diesen Schäden mit beteiligt war, konnte nicht festgestellt werden. Über die Bionomie ist sonst nicht viel bekannt: „Lebt gewöhnlich zu Tausenden auf Waldsumpfwiesen"; Beling (1878) fand die Larve in „sandiger schlammiger Erde im Garten".

2. Gruppe
B. Orthorhapha Brachycera

Die Brachyceren enthalten eine Reihe vielgestalteter Fliegen, neben kleinen unscheinbaren auch viele große und in Form und Färbung oft recht auffallende Formen. Wenn wir auf diese Gruppe hier etwas ausführlicher eingehen als es sonst in den forstentomologischen Werken der Fall ist, so aus dem Grunde, weil ein großer Teil von ihnen der Waldbiocönose angehören, und zwar durchaus nicht als seltene, sondern als regelmäßige Bestandteile derselben. Es ist daher auch anzunehmen, daß sie in der Physiologie des Waldes eine gewisse Rolle spielen. Unsere Kenntnisse über die Art der Beteiligung am richtigen Funktionieren der Waldlebensgemeinschaft sind noch recht gering. Wir wissen wohl, daß die Larven vieler Brachyceren räuberisch leben und so also an der Erhaltung des Gleichgewichts der Tierwelt im Walde beitragen, doch handelt es sich bei unserem bisherigen Kenntnisstand nur um einen kleinen Bruchteil von dem, was zu einem allgemeinen Verständnis der Rolle der Brachyceren in der Wald-Biocönose notwendig ist.

Ich hoffe, daß durch die folgende Darstellung die forstentomologische und auch die forstliche Welt etwas mehr Interesse für diese Fliegengruppe bekommt, und damit dazu beiträgt, die vielen Lücken, die auf dem bionomischen und vor allem ökologischen Gebiet der Brachyceren-Forschung noch bestehen, allmählich zu schließen.

---

[1]) Beling, 1878, Beitrag zur Naturgeschichte von verschiedenen Arten aus der Familie der Tipuliden. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 28 ,21—56. — Eckstein, K., 1904, Beiträge zur Kenntnis einiger Nadelholzschädlinge. Z. f. Forst- u. Jagdw. 36, 355—366.

Systematische Übersicht über die wichtigsten Familien der Brachyceren

1 Haftläppchen und Empodium des Klauengliedes fast gleich gebildet (Abb. 604).
Br. Homoedactyla 2

— Empodium von den beiden Haftläppchen verschieden oder ganz fehlend.
Br. Heterodactyla 6

2 Kopf auffallend klein, halb so breit wie der Thorax, unter dem buckelförmig gewölbten Thorax zum Teil verdeckt (Abb. 616). Hinterleib blasig aufgetrieben. Thorakalschüppchen auffallend groß; schuppenförmig. Kleine Arten, Spinnenschmarotzer.
4. Acroceridae (S. 609)

— Kopf nicht auffallend klein, mehr oder weniger mit der Breite des Thorax übereinstimmend; Thorakalschüppchen mäßig groß, klein oder rudimentär 3

3 Thorakalschüppchen immer deutlich (Abb. 605 A), lappenförmig, am Rand bewimpert; Kopf über 2mal so breit als lang (meist breiter als der Thorax vorne), halbkugelig, hinten flach oder concav, dem Thorax breit aufsitzend. Rüssel kräftig, nach unten gerichtet, mäßig lang. Meist sehr robuste mittelgroße Formen (10—25 mm). ♀♀ saugen Blut bei Mensch und Vieh.
3. Tabanidae (S. 607)

Abb. 604. Fuß von unten von *Tabanus*; Haftläppchen und Empodium fast gleich. Nach Lindner

— Thorakalschüppchen klein oder fehlend (Abb. 605 B) 4

4 Schienen ohne Sporn; Fühler nahe beieinander eingefügt, mit einem mannigfach zusammengesetzten (geringelten) Endglied; Abdomen oft sehr breit, mit scharfem Rand; Schildchen hinten oft mit Dornen („Waffenfliegen").
1. Stratiomyidae (S. 604)

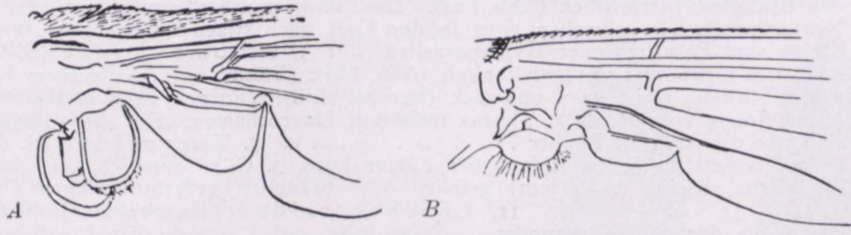


Abb. 605. A Flügelbasis mit großem Thorakalschüppchen (*Tabanus*); B mit kleinem Thorakalschüppchen (*Rhagionidae*). Nach Lindner

— Schienen, oder wenigstens die Hinterschienen, gespornt 5

5 Fühlerendglied (3. Glied) zusammengesetzt, nematocerenähnlich, 4—8 Ringel bildend (Abb. 606 A); hinterer Ast der gegabelten Längsader (r_5) mündet über oder an der Flügelspitze (Abb. 607 A). Enthält Fliegen von verschiedenem Habitus, schmale, schlanke und breit gebaute plumpe Arten.
2. Erinnidae *(Xylophagidae)* (S. 606)

— Fühlerendglied nicht geringelt, meist mit dünner langer Endborste (Abb. 606 B); der Hinterast der gegabelten Längsader (r_5) hinter der Flügelspitze mündend (Abb. 607 B). Abdomen lang oval, walzen- oder kegelförmig. Die „Schnepfenfliegen" sitzen gerne lauernd an Baumstämmen.
5. Rhagionidae *(Leptidae)* (S 609)

Abb. 606. A Fühler von *Erinna* mit geringeltem Endgriffel. B Fühler von *Rhagio*, mit langer Endborste. Nach Döderlein

6 Stirn und Scheitel zwischen den Augen tief eingesattelt, daher Augen vortretend; Gesicht mit langem Bart unter den Fühlern (Abb. 619); Kopf sehr frei beweglich; 3. Fühlerglied mit Endborste oder Endgriffel; Rüssel kurz, stilettförmig nach unten oder

mehr nach vorne gerichtet; Abdomen meist langgestreckt; Beine kräftig mit Dornen. Viele sehr große Arten enthaltend (doch auch kleinere). Die „Raubfliegen" lauern im Sonnenschein auf Beute.
6. A s i l i d a e (S. 611)
— Stirn und Scheitel zwischen den Augen nicht eingesattelt, eben oder convex 7
7 Die Adern $r_4 + r_5$ gegabelt (Abb. 630) . . . 8
— Die Adern $r_4 + r_5$ nicht gegabelt 10
8 Mehr oder weniger gedrungen gebaute Fliegen, oft mit wolliger oder zottiger Behaarung 9

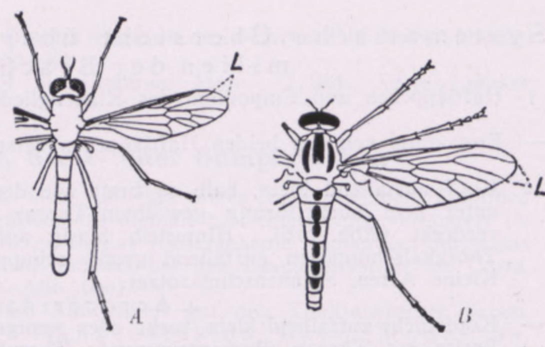


Abb. 607. A Hinterast der gegabelten Längsader (L) mündet über der Flügelspitze (*Erinna*); B Hinterast der gegabelten Längsader (L) mündet hinter der Flügelspitze (*Rhagio*). Nach D ö d e r l e i n

— Sehr schlanke Formen, niemals wollig behaart (Abb. 630). Rüssel auffallend lang, länger als der Kopf, nach unten gerichtet; 3. Fühlerglied meist mit dünner Endborste; Abdomen schlank, aus 5—7 Segmenten bestehend; Hypopyg sehr groß, meist nach oben aufgeschlagen. Die „Tanzfliegen" führen einen eigenartigen Balzflug aus . . . . 9. E m p i d i d a e (part.) (S. 619)
9 Abdomen kurz und breit, Fühlerendglied mit Endgriffel oder Borstenkranz; Rüssel dünn und nadelförmig, nach vorn gerichtet, manchmal sehr lang (manchmal aber auch undeutlich); Flügel meist gebräunt oder gefleckt, überragen den Hinterleib beträchtlich (Abb. 624). Die „Wollschweber" sind ausgesprochene Nektarsauger; sie schweben gern in der Luft oder sitzen am nackten Boden. Einige sind Parasiten oder Hyperparasiten . . . . 8. B o m b y l i i d a e (S. 615)
— Abdomen mehr oder weniger konisch (Abb. 623). Fühler mit sehr kurzem Endgriffel. Rüssel meist kurz und dick (nur bei einigen Formen lang und aus der Mundöffnung vorgestreckt); Thorax meist mit Macrochaeten. Die „Stilettfliegen" sind wie die Asiliden Räuber . . . . 7. T h e r e v i d a e (S. 614)
10 Flügel lanzettförmig (s. Abb. 636); Fühler kurz, 3. Glied rundlich, mit langer Endborste. Kleine (2—4 mm) gelblich oder bräunlich gefärbte Fliegen.
11. L o n c h o p t e r i d a e *(Muscivoridae)* (S. 622)
— Flügel an der Spitze gerundet 11
11 Meist metallisch grün gefärbt; Hinterleib komprimiert, höher als breit, Hypopyg ventralwärts eingeschlagen; m_1 mehr oder weniger deutlich bajonettförmig gebogen (s. Abb. 633). Nur kleine Arten (bis 7 mm). Die „Langbeinfliegen" leben räuberisch . . . . 10. D o l i c h o p o d i d a e (S. 620)
— Meist stumpf gefärbt. Hinterleib nicht komprimiert; Hypopyg dorsalwärts aufgeschlagen; m_1 ohne bajonettartige Biegung. Mittelgroße Arten.
9. E m p i d i d a e (part.) (S. 619)

1. Fam. Stratiomyidae, Waffenfliegen

Die Waffenfliegen [1]) sind eine sehr vielgestaltige Familie mit größeren und kleinen, meist bremsenartigen und schön gefärbten Fliegen.

Der Kopf ist sehr verschieden geformt, mit schnauzenartiger Verlängerung des Gesichtes oder unterseits stark zurückweichend. Die Augen nehmen beim ♂ einen sehr großen Raum ein und stoßen meistens zusammen (die Köpfe von ♂ und ♀ können ein sehr verschiedenes Aussehen haben). Fühler nah beieinander eingefügt,

[1]) Der Name „Waffenfliegen" rührt von den verschiedenen Strukturen (Dornen, Fortsätze usw.) her, mit denen bei vielen Arten das Schildchen und bei einigen auch das Mesonotum „bewehrt" sind. Diese „Bewaffnung" hat aber nicht das geringste mit einer Waffe zu tun (L i n d n e r).

mit geringeltem 3. Glied. Ocelli immer vorhanden. Schildchen mit Randdornen; Schienen meist unbedornt. Füße mit 3 gleichartigen Pulvillen. Analzelle der Flügel offen oder kurz gestielt; Diskalzelle meist 5eckig. Abdomen in der Regel breiter als der Thorax, oft fast kreisrund, flach oder dorsal stark gewölbt (Abb. 608).

Die L a r v e n (Abb. 609) sind flach, spindelförmig oder elliptisch, derbhäutig, meist nur spärlich beborstet, zuweilen aber auch mit längeren Seitenborsten oder einzelnen Gürteln stärkerer Borsten. Peripneustisch, Stigmen am 1. und 3.—7. (oder 4.—7.) Segment und am Endsegment, wo die beiden Hinterstigmen nebeneinander in einer waagrechten Spalte münden (bei Wasserformen sind die letzten Segmente zu einer längeren oder kürzeren Atemröhre ausgezogen, mit einer die letzten Stigmen enthaltenden Stigmenplatte). — P u p p e in der letzten erhärteten und etwas geschrumpften Larvenhaut, die beim Ausschlüpfen durch einen dorsalen Längsspalt am 2.—4. Segment geöffnet wird.

Die Familie der Stratiomyiden zählt in Deutschland rund 90 Arten, die sich auf rund 20 Gattungen verteilen, von denen die Gattungen *Sargus* F., *Ephippium* Latr., *Stratiomys* Geoffr., *Hermione* Mg. und *Pachygaster* Mg. genannt seien.

Die schönen, häufig schwarz und gelb oder grün, oder auch glänzendgrün oder blaugefärbten Fliegen sind harmlose Blumenbesucher, die sich von Pollen und Nektar nähren. Am häufigsten werden Umbelliferen und Compositen beflogen; die Tiere lieben die Sonne und sitzen auch gerne auf Gesträuch in der Nähe von Wasser.

Die L a r v e n leben teils im Wasser (auch salzigen), teils im Schlamm, in feuchter Erde, in faulenden Pflanzenstoffen, in Moos, unter Baumrinde, in Holzmulm, an Baumsaft, im Dung usw. E i n i g e A r t e n s c h e i n e n a u c h k a r n i v o r z u s e i n u n d r ä u b e r i s c h v o n a n d e r e n I n s e k t e n zu leben. So entwickelt sich die Larve von *Chrysochroma bipunctatum* Scop. in den Eihaufen der Heuschrecke *Stauronotus maroccanus;* die im Dung lebenden Larven von *Sargus* sollen sich von anderen Dunginsekten nähren. Die im Baummulm lebenden *Pachygaster*-Arten sind nach V e r r a l l e s Auffassung eng an bestimmte Pflanzen bzw. die in ihnen lebenden Insekten gebunden. So leben die Larven von *Pach. minutissima* Zett. (Abb. 610) u n t e r R i n d e v o n F i c h t e u n d K i e f e r in

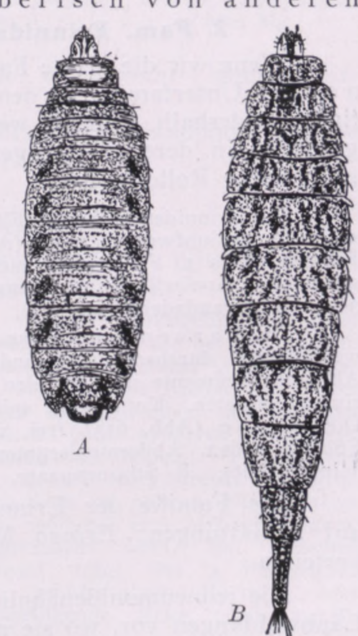


Abb. 609. Larven von Stratiomyiden. A von *Xylomyia* (*Solva*) *marginata* Meig. (lebt im Holzmulm); B von *Stratiomys riparia* Mg. (mit Atemröhre, lebt im Wasser). Aus L i n d n e r

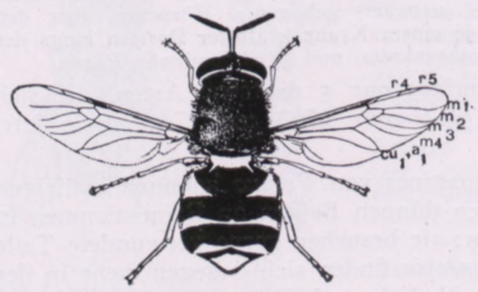


Abb. 608. Imago von *Stratiomys potamida* Mg. Nach V e r r a l l (aus H e n d e l) (2/1)

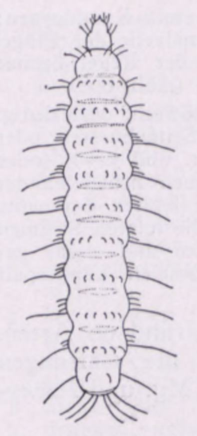


Abb. 610. Larve von *Pachygaster minutissima* Zett. (lebt unter Rinde in Borkenkäfergängen usw.). Nach Trägårdh

den Fraßgängen von verschiedenen *Ips*- und *Hylurgus*-Arten, von den Exkrementen der Borkenkäfer-Larven und von anderen „halbflüssigen Stoffen, Pilzen oder abgeschabten Holzsubstanzen" sich nährend (Perris, de Meijere, Trägårdh); die Larven von *Pach. atra* Pz. wurden in morschen Stämmen von Ulmen, die Larven von *Pach. orbitalis* Wahl in Buchen und in verwesenden Teilen von *Ilex* gefunden usw. Auch die Larven der Gattung *Xylomyia (Solva)* entwickeln sich in faulenden, verwesenden Baumteilen; Lauterborn zog die in ihrem schlanken Habitus sowie in ihrer schwarzgelben Zeichnung sehr an gewisse Blattwespen *(Allantus)* erinnernde *Xylomyia (Solva) maculator* Mg. aus „feuchtem Holzmulm zweier Baumhöhlen eines Buchenwaldes". Aus dem gleichen Ort zog er eine andere Stratiomyide, nämlich *Eulalia annulata* Mg. (die *Eulalia*-Arten sollen sich nach Szilady hauptsächlich im Schlamm und in feuchter Erde entwickeln).

Darnach gehören viele Stratiomyiden der Waldbiocönose an und die Larven werden dem Forstmann bei seinen Untersuchungen kranker Bäume gar nicht selten begegnen, zumal sie oft in großer Zahl vorkommen.

2. Fam. Erinnidae (Xylophagidae), Holzfliegen

Wenn wir die kleine Familie der *Erinnidae* (die übrigens von Lindner als Unterfamilie zu den Rhagioniden gestellt wird) hier berücksichtigen, so deshalb, weil die wenigen ihr angehörenden Arten zur Waldfauna gehören, in deren Lebensgemeinschaft sie eine in der Hauptsache wohl räuberische Rolle spielen.

Die Erinniden enthalten Fliegen von verschiedenem Habitus, einerseits *(Erinna)* schlanke, schlupfwespenartige (Abb. 611), andererseits *(Coenomyia)* breite, plumpe Fliegen. Das 3. Fühlerglied mehr oder weniger verlängert, zusammengesetzt oder geringelt. Analzelle (Cu_2) langgestreckt, offen oder kurz gestielt, Diskalzelle mit 3—4 Hinterrandadern (m_1—m_4). Der spindelförmige oder ovale Hinterleib 7ringelig.

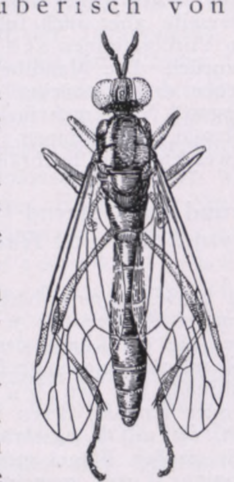
Die Larven von *Erinna (Xylophagus)* (Abb. 612) sind lang, zylindrisch, weißlichgelb durchscheinend und bestehen einschließlich Kopf aus 12 Segmenten. Abdominalsegmente mit dorsalen und ventralen Kriechschwielen und seitlich mit je einigen Borsten. Kopf lang, spitzig und braunschwarz chitinisiert. Peripneustisch. Die Puppe (Abb. 613) frei, mit zwei seitwärts gebogenen Hörnchen über den Fühlerscheiden. Abdominalsegmente mit je einem Kranz kräftiger Borsten längs des Hinterrandes. 8 Stigmenpaare, ein prothorakales und 7 abdominale Paare.

Die Familie der Erinnidae umfaßt nur 5 deutsche Arten, die sich auf 2 Gattungen: *Erinna* Mg. *(Xylophagus* Mg.) und Coenomyia Ltr. verteilen.

Die ichneumonidenähnlichen Imagines von *Erinna* kommen in lichten Laubwaldungen vor, wo sie mit ihren dünnen Beinen an Baumstämmen in einer Art Balzflug auf- und abtanzen; sie besuchen gerne verwundete Teile alter Bäume. Die Fliegen von *Coenomyia* finden sich dagegen mehr in der Nähe von Bächen; sie sitzen gewöhnlich auf Blättern von niedrigen Sträuchern oder Blumen und sind träge; sie zeichnen sich durch ihren

starken „kräuterkäseähnlichen" Geruch aus (daher auch der Name „Stinkfliege").

Die Larven werden unter der Rinde von Bäumen (Nadel- und Laubholz) oder in alten Baumstümpfen gefunden, wo sie räuberisch von anderen Insektenlarven sich nähren; sie wurden bei den Larven von *Pyrochroa coccinea* (siehe Bd. II, S. 205) und Ipiden (Perris) angetroffen. Nach Escherich ist im Urwald von Bialowies die *Erinna*-Larve unter Rinde, wo „sie vom Raub der verschiedenen Käferlarven lebt, eine recht häufige Erscheinung".



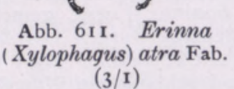


Abb. 611. ***Erinna*** (*Xylophagus*) *atra* Fab. (3/1)

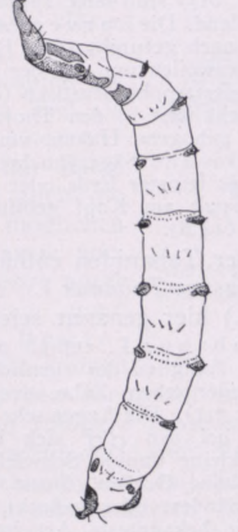


Abb. 612. Larve von ***Erinna*** (*Xylophagus*) *spec.*



Abb. 613. Puppe von ***Erinna*** (*Xylophagus*) *atra* Mg.

So sind wir also wohl berechtigt, vom forstlichen Standpunkt aus die Erinniden unter die nützlichen Insekten einzureihen.

3. Fam. Tabanidae, Bremsen [1]

Die Tabaniden enthalten meist sehr robust gebaute, mittelgroße bis große Arten (*Tabanus sudeticus* ist unsere größte Fliege!).

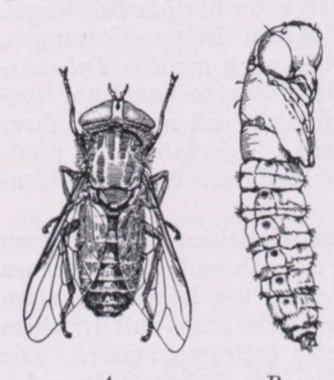


Abb. 614. A Eine Bremse (*Tabanus*). B Puppe einer Tabanide

Kopf groß, nahezu halbkugelig, fast ganz von den Augen eingenommen, die bei den ♂♂ in der Regel zusammenstoßen, bei den ♀♀ breit getrennt sind (Abb. 614 A). Die Augen nackt oder mehr oder weniger behaart, meist mit farbigen schillernden Bändern (mit größeren Facetten). Stirnaugen vorhanden oder fehlend. Fühler nahe zusammenstehend, gerade vorgestreckt 3gliedrig, das Endglied mehrfach in nahezu gleichwertige Abschnitte geteilt, wodurch eine Mehrgliedrigkeit der Fühler vorgetäuscht wird. Bei manchen Formen (Tabaninae) trägt das 3. Fühlerglied fast stets einen zahnförmigen Fortsatz oder eine stark vorspringende Ecke (Abb. 513 B).

[1]) Die letzte zusammenfassende Arbeit über die Tabaniden stammt von Otto Kröber (in Erwin Lindner, Die Fliegen der paläarktischen Region).

Rüssel chitinös, von verschiedener Länge. Bei den Männchen sind die Mandibeln rückgebildet. Taster 2gliedrig. Abdomen breit, mit 7 Segmenten, sehr verschieden und oft auch sehr variabel gefärbt. Flügel von einheitlichem Bau, r_4 und r_5 stets gegabelt. Hinterschienen mit oder ohne Sporn.

Die Eier (Abb. 615) sind lang, spindelförmig, anfangs weiß, aber sehr schnell braun bis schwarz werdend. Die Larven (Abb. 512 a, S. 510) sind zylindrisch geformt, gewöhnlich der Länge nach gefurcht, ohne Borsten, dagegen mit einziehbaren Fleischwarzen umgürtet, die zuweilen nur auf der Unterseite, aber auch fußartig entwickelt sind; metapneustisch oder amphipneustisch (dann Vorderstigmen sehr klein). Innenskelett des Kopfes reicht weit in den Thorax zurück. Die Mandibeln und Maxillen bilden kleine abwärts gebogene Haken, von denen erstere stärker sind als letztere und die an ihrer Konkavseite Sägezähnchen tragen. Nach mehrfacher Häutung erfolgt die Verpuppung in feinster Erde oder Schlamm. Die Puppen (Mumienpuppen), die durch einen Querspalt am Kopf geöffnet werden, sind hellbräunlich, glatt und etwas glänzend (Abb. 614 B).

Die Familie der Tabaniden enthält rund ein Dutzend Gattungen, von denen als die wichtigsten *Tabanus* L., *Chrysops* Mg. und *Haematopota* Mg. (= *Chrysozona* Mg.) hier genannt seien.

Die Gattung Tabanus L. enthält meist große, robuste, breit gebaute Arten mit fünffach geteiltem Endglied der ziemlich kurzen Fühler; das 3. Fühlerglied mit vorspringender Ecke oder einem Zahn, der aber nie die Länge des ersten Ringels erreicht (Abb. 513 B, S. 511). Die Augen sehr groß mit verschieden großen Fazetten und schillernden Bändern, bei den ♂♂ sich berührend, bei den ♀♀ auf der Stirn zwischen den Augen kleine dunkle Schwielen oder Knöpfe, deren Form sehr verschieden sein kann. Keine Ocellen. Brust breit, oft mit Längsstriemen. Abdomen nur wenig breiter, gebändert oder gefleckt. Die großen Flügel meist ungezeichnet. Zahlreiche Arten. Die bekannteste Art ist *bovinus* Loew, gemeine Rinderbremse, von der Pferde, Rinder und Wild oft stark geplagt werden (Größe 18,5—20,5 mm).

Die Gattung Haematopota Mg. (= *Chrysozona* Mg.) umfaßt kleine bis mittelgroße Arten mit schlankerem Körper und schlankeren Flügeln. Kopf mit viel längeren Fühlern, welche den Kopf an Länge beträchtlich übertreffen, und deren Endglied 4teilig ist. Brust gestreift oder gefleckt. Flügel rauchig getrübt mit lichteren Flecken („blinde Fliegen"). Die häufigste Art ist die „Regenbremse", *H. pluvialis* L., die besonders an schwülen Tagen das Vieh und auch den Menschen sticht.

Die Gattung Chrysops Mg. enthält kürzer gebaute Arten mit sehr langen Fühlern (2. Glied fast so lang wie das 1., 3. Glied fünfringelig). Stirn des ♀ stets mit glänzender Schwiele. Augen goldgrün oder purpurfarbig gezeichnet. Flügel schwärzlich, mit 2 großen hellen Flecken. Eine sehr häufige und weit verbreitete Art ist *Chr. caecutiens* L., die Mensch und Tier mit ihren empfindlichen Stichen überfällt.

Die Tabaniden gehören zu den schlimmsten Blutsaugern, die besonders an heißen Tagen Mensch und Tier unaufhörlich belästigen. Den Menschen gehen hauptsächlich Arten der beiden letzten Gattungen, *Chrysops* und *Haematopota* an, wenn sich bisweilen auch manche *Tabanus*-Arten auf ihm einfinden. Sie treten oft in großer Individuenzahl auf (besonders *Haematopota)* und werden dann so zudringlich, daß man sich ihrer kaum erwehren kann, zumal sie gewandte, sichere Flieger sind, die pfeilschnell durch die Luft sausen und ihre Opfer unablässig mit raschen reißenden Bewegungen umschwärmen.

Bei den Bremsen stechen wie bei den Culiciden und anderen Mücken (s. oben S. 582) nur die Weibchen, während die Männchen Pflanzensäfte nehmen. Beim Stechen entleeren sie erst den Darm vom alten Inhalt, aber sie saugen oft noch weiter, wenn der Darm schon mit frischem Blut ganz voll ist, so daß sie frisches Blut wieder entleeren müssen. Die Stichwunden sind erheblich und bluten meist nach. Die meisten Tabaniden sind am Tage, besonders im Sonnenschein, lebhaft; es gibt aber auch Dämmerungstiere unter ihnen.

Die Eier werden in der Regel auf Pflanzenteile in unmittelbarer Nähe des Wassers abgelegt, und zwar in ziemlich umfangreichen Gelegen von 300—600 Stück schichtenweise, meist in Form einer Mütze (s. Abb. 615). Nach 3—5 Tagen, je nach den Arten und der Temperatur, schlüpfen die Larven aus, die im Wasser (zum Teil als gute Schwimmer) oder in der Erde, und zwar räuberisch leben. Sie greifen dabei andere Insektenlarven (gelegentlich auch die eigenen Artgenossen!) sowie alle möglichen sonstigen in der Erde oder im Wasser vorkommenden Tiere an. Brauer führt unter anderen Rhizotrogus-Larven und Noctuiden-Raupen als Beutetiere von *Tabanus*-Larven an. Sie können übrigens auch höheren Tieren und den Menschen mit ihren mit Nagezähnchen besetzten Mundwerkzeugen fühlbare Bisse versetzen.

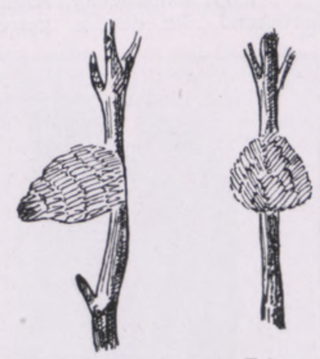


Abb. 615. Eihaufen einer *Tabanus*-Art. Nach Wesenberg-Lund (aus Lindner)

Einzelne *Chrysops* und *Haematopota*-Arten haben wahrscheinlich doppelte Generation, doch ist die Schnelligkeit, mit der die Larven heranreifen, auch unter den Geschwistern sehr ungleich (Martini). In der Bionomie und Ökologie der Tabaniden stehen noch sehr viele wichtige Fragen offen, deren Lösung nicht nur vom wissenschaftlichen, sondern auch vom praktischen Standpunkt aus sehr wünschenswert ist. So ist es auch kein Wunder, wenn die Bekämpfung der Tabaniden-Plage heute noch auf einem recht primitiven Standpunkt steht.

4. Fam. Acroceridae, Kugelfliegen

Eine kleine Familie recht sonderbar gestalteter Fliegen mit kleinem, sehr tief stehendem Kopf, der fast ganz von den Fazettenaugen eingenommen und unter dem buckelförmig gewölbten Thorax zum Teil verborgen ist, mit blasig aufgetriebenem Hinterleib (Abb. 616).

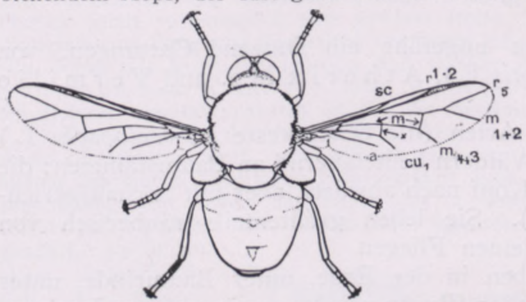


Abb. 616. *Acrocera globulus* Pz. (6/1) Nach Verrall (aus Hendel)

Die Kugelfliegen sind deswegen von einigem Interesse für uns, weil ihre Larven Parasiten von Spinnen sind, die teils im Abdomen ihrer Opfer, diese allmählich auffressend, leben, teils in den Eierpaketen der Spinnen. Die Überwinterung erfolgt im ausgefressenen Körper der Spinnen oder im Eierballen von diesen. Die Eiablage erfolgt an dürren Zweigspitzen; die jungen Larven, die sehr beweglich sind, nach Art der Spannerraupen laufen und sich auch vorwärtsschnellen können, müssen ihre Wirte erst aufsuchen (König 1896, Bovey 1936).

5. Fam. Rhagionidae (Leptidae), Schnepfenfliegen

Die Rhagioniden (oder Leptiden) stehen den Tabaniden nahe und enthalten vorwiegend schlank gebaute, kleine bis mittelgroße Arten.

Kopf halbkugelig, schmäler als der Thorax; Augen des ♂ genähert oder sich berührend, die des ♀ getrennt. Fühler kurz, 3. Glied einfach mit einer endständigen oder dorsalen Borste oder einem Endgriffel. Rüssel kurz und dick, ähnlich wie bei den Tabaniden gebaut. Thorax ziemlich breit, kurz und hochgewölbt. Abdomen lang oval, walzen- oder kegelförmig, aus 7 Segmenten bestehend. Beine lang und schlank, besonders die Hinterbeine (Abb. 617). Hintertibien mit 1 oder 2 Endsporen. Flügel groß, häufig gefleckt; in der Ruhe halb offen.

Die Larven zylindrisch; 11- oder 12gliedrig, mit Mundhaken; häufig mit Fortsätzen, Warzen oder Kriechschwielen besetzt. Amphipneustisch, Hinterstigmen gewöhnlich auf 2 zapfenartigen Stigmenträgern (Abb. 618). — Die Puppe ist frei und hat in der Regel an den letzten Segmenten Dornen oder Borstenkränze und am Endsegment stachelige Fortsätze (Abb. 618 C).



Abb. 617. *Rhagio* (*Leptis*) *scolopacea* L. (Gemeine Schnepfenfliege) ♂ in charakteristischer Stellung (kopfabwärts) am Baumstamm sitzend. Aus Brehms Tierleben

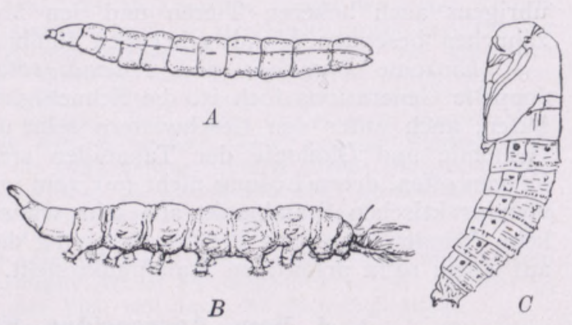


Abb. 618. A Larve von *Rhagio* (*Leptis*) *lineola* F.; B Larve von *Atherix ibis* F.; C Puppe von *Rhagio* (*Leptis*) *scolopacea* L. Aus Lindner

Die Rhagioniden enthalten ungefähr ein Dutzend Gattungen, von denen hier Rhagio F. (= *Leptis* F.), Atherix Mg. und Vermilio Macq. genannt seien.

Die schlanken Rhagio-Arten (die bekannteste ist *scolopacea* L.) findet man oft in Menge in den Wäldern beutelauernd an Baumstämmen; die Männchen sitzen dabei mit dem Kopf nach abwärts, aber mit hochaufgerichtetem Vorderkörper (Abb. 617). Sie leben größtenteils räuberisch von anderen Insekten, vorwiegend kleinen Fliegen.

Die karnivoren Larven leben in der Erde, unter Baumrinde, unter altem Laub, im Holz, in Baummoder (Buche usw.), wo sie anderen Insekten, vor allem Larven nachstellen. Ratzeburg (F. III, 155, Note 4) zog die Larve einer *Leptis*-Art (*lineola* F.) aus dem Abdomen eines eben verendeten Maikäfers. Eine andere *Rhagio*-Larve wurde „im Nest von *Bombus muscorum*" gefunden; und einige Puppen von *Rhagio conspicuus* „in Himbeerwurzel im Fraßgang einer *Bembecia hylaeiformis*-Raupe" (Sziladу).
Auch Regenwürmer wurden als Nahrung festgestellt.

Die Gattung Atherix Mg. (die bekannteste Art ist *Atherix ibis* F.) ist durch ihre eigentümliche Lebensweise allgemein bekannt geworden: „Zur Eiablage

versammeln sich die Weibchen an über fließendem Wasser hängenden Baumzweigen und legen zu bienentraubenähnlichen Klumpen vereinigt ihre Eier ab, die zu Klümpchen verklebt werden. Diese Ansammlungen können mehr als 10 000 Individuen umfassen und Trauben von 16 cm Länge und 10 cm Breite bilden. Die toten Fliegenweibchen bleiben mit der Eiermasse verklebt und dienen den jungen Larven als erste Nahrung. Schließlich verliert die ganze Masse den Halt und fällt ins Wasser." Die älteren Larven leben von Aas und Abfallstoffen an untergetauchten Pfählen, aber auch über dem Wasserspiegel.

Auf die dritte Gattung endlich, Vermilio Macq., mit der einzigen Art *vermilio* Deg. (Ratzeburg F. III, 152, führt sie als *Leptis vermilio* F. auf) sei deswegen kurz hingewiesen, weil die lebhaften Larven nach Art der Ameisenlöwen (s. Bd. II S. 29) in selbstgefertigten Trichtern leben, in denen sie Insekten fangen. Wenn auch die Trichter nicht so regelmäßig sind wie die des Ameisenlöwen, so rutschen doch vorüberlaufende Insekten leicht hinein, wo sie von der am Grunde lauernden Larve, die sich wie eine Schlange um ihr Opfer ringelt, mit den Kiefern gepackt und ausgesogen werden (s. De Romand). Die Larve kann (nach De Geer) Sprünge von mehreren Zentimetern machen.

6. Fam. Asilidae, Raubfliegen

Die Asiliden stellen eine große und überaus vielgestaltige Familie von zahlreichen kleinen bis sehr großen Arten dar. Es finden sich unter ihnen sowohl sehr schlanke, an kleine Libellen erinnernde Gestalten, als auch schlanke und dabei kräftig gebaute Tiere (Asilinen) und solche, die an Hummeln und Wespen erinnern (Laphriinen), wie endlich spinnenartiglangbeinige Formen (Dasypogoninen), oder plumpe und ganz kleine, oft buckelig gebaute Arten.

Der Kopf ist meist flach, halbkugelförmig, stets aber auf dem Halse frei beweglich. Die Augen nehmen den größten Teil des Kopfes ein; der Scheitel ist mehr oder weniger tief eingesattelt, so daß die Ocellen auf einer kegelförmigen Anschwellung, dem Ocellenhügel, sitzen. Fühler dreigliedrig, 1. Glied zylindrisch, 2. oft verkürzt und dann becherförmig, Endglied mit einer Endborste oder einem Endgriffel. Der Rüssel kräftig, aber selten länger als der Kopf. Hypopharynx spitz (zum Durchbohren von hartem Chitin und Aussaugen der Opfertiere geeignet). Taster 1—2gliedrig. Kopf meist mit dichter Behaarung („Backenbart", „Knebelbart"). — Vom Thorax ist das Pronotum als Collare beweglich mit dem übrigen Teil verbunden; das Mesonotum kann buckelig gewölbt sein. Die Beborstung des Thorax spielt systematisch eine gewisse Rolle. Beine kräftig entwickelt, die beiden vorderen zum Fang und Festhalten der Beute eingerichtet, Hinterschenkel oft verdickt; alle Beine mit kräftigen Dornen und starker Behaarung ausgerüstet (Abb. 619 A). Abdomen beim ♂ mit 6—7, beim ♀ mit 7—8 prägenitalen Segmenten. Die Form des äußeren Genitalapparates ist für die Bestimmung der Arten sehr wichtig.

Die Larven der Asiliden (Abb. 619 B) sind zylindrisch oder dorsoventral etwas abgeplattet, weiß oder gelblich, an den Seiten oft glasdurchsichtig. Sie bestehen aus einem deutlichen Kopfsegment und 11 Körpersegmenten, von denen das letzte aus 2 Abschnitten gebildet ist. Werden die beiden als besondere Segmente gezählt, so finden sich einschließlich des Kopfes 13 Segmente. Der Kopf besteht aus einer braun chitinisierten Kopfkapsel, welche die Mundwerkzeuge und die kurzen Fühler trägt und sich nach hinten in die Brust mit einem Fort-

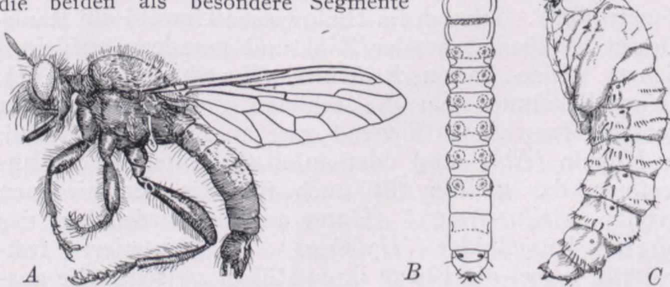


Abb. 619. A Imago, B Larve, C Puppe einer *Laphria*-Art

satz fortsetzt. Die Atmung ist amphipneustisch. Die Abdominalsegmente mit Kriechschwielen oder Warzen versehen. — Die P u p p e n (Abb. 619 C) frei und beweglich und durch geweihartige starke Dornen am Kopf besonders ausgezeichnet; auch die Abdominalsegmente sind mit Dornengürteln versehen, mit deren Hilfe sich die Puppe aus der sie umgebenden Materie herausschafft, um die Imago zu entlassen. Beim Schlüpfen spaltet sich der dorsale Teil des Kopfes und des Thorax in einem Längsriß, die Gesichtsmaske wird gehoben und das fertige Insekt erscheint.

Abb. 620. Eine *Laphria*-Art in Kopula. Aus Escherich

Die Familie der Asiliden enthält, soweit unser Faunengebiet in Betracht kommt, rund 25 Gattungen, die sich auf 4 Unterfamilien, die *Leptogasterinae, Asilinae, Laphriinae* und *Dasypogoninae* verteilen. Als bekannteste Vertreter der Asiliden seien genannt *Asilus crabroniformis* L. und die Gattung *Laphria* Mg. mit rund 10 Arten, von denen *gilva* L., *ignea* Meig. und *gibbosa* L. (alles große Tiere bis zu 26 mm Länge) die häufigsten sind.

Die Asiliden sind a l s I m a g i n e s d u r c h g e h e n d R ä u b e r, die sich von allen möglichen anderen Insekten nähren. Die größeren Arten sind sehr kühn, und es fallen ihnen sogar wehrhafte Immen (Abb. 622) und hart gepanzerte Käfer (Abb. 621) zum Opfer. P o u l t o n (1906) meint, daß hierbei das Sekret der Speicheldrüsen den lähmenden Einfluß auf die Opfer hat. Man sieht die oft recht großen Fliegen, die an den hervorgequollenen Augen leicht kenntlich sind, häufig auf Holzschlägen, auf Stöcken oder Baumstämmen, oder an Zäunen, oder auch auf Blüten oder am Boden sitzen, in lauernder Stellung, um sich dann plötzlich blitzartig auf ein herannahendes fliegendes Insekt zu stürzen, das sie oft im Flug erhaschen, mit den Beinen festhalten und an einen Ruheplatz schleppen, wo sie es mit aller Gemächlichkeit aussaugen. Auch große und schwere Beutestücke scheinen dabei ihren Flug nicht im geringsten zu behindern. Bezüglich der Beutetiere sind sie wenig wählerisch; sie packen alle Insekten, die sie bewältigen können. Nach R a t z e b u r g (F. III, S. 155) werden sie „ziemlich häufig beim Fangen und Töten von anderen Insekten, unter anderen von B o r k e n k ä f e r n angetroffen". Ich sah im Bialowieser Urwald die Raubfliegen in überraschender Zahl und geradezu aufdringlicher Weise herumschwärmen (E s c h e r i c h 1913). „Überall konnte man die schönen großen *Laphria* in verschiedenen Arten fliegend oder an Stämmen sitzend, in Kopula (Abb. 620) oder an einer Beute saugend antreffen; das gleiche gilt auch für die verschiedenen großen *Asilus*-Arten." Unter andern wurden hier des öfteren Rüsselkäfer *(Hylobius)* als Beutetiere festgestellt, wobei die Fliege ihren Rüssel zwischen die auseinanderklaffenden harten Flügeldecken hindurch in die weichen Rückensegmentplatten des Käfers versenkte



Abb 621. *Laphria gibbosa* beim Aussaugen eines Rüsselkäfers (*Hylobius abietis* L.) Aus Escherich

(Abb. 621). Brügger (1936) beobachtete den Raub und das Fortschleppen von Honigbienen durch eine Raubfliegenart *(Dasypogon)*. Dabei ermöglichen es die langen Beine der Fliege, die lebende Biene während des Fluges so weit vom Leib zu halten, daß, selbst wenn die Biene sich drehen könnte, der Stachel niemals die Trägerin erreicht (Abb. 622). Auch Wespen, wie auch besonders schnelle Insekten, wie z. B. Libellen, wurden als Beutetiere von Raubfliegen festgestellt. So kann also weder der härteste Panzer, noch das Vorhandensein eines Giftstachels, noch die Schnelligkeit einen wirksamen Schutz gegen die Angriffe der Raubfliegen darstellen.



Abb. 622. Eine Raubfliege (*Dasypogon*) eine Honigbiene eintragend. Nach Brügger

Die Bionomie der Larven ist noch nicht so eindeutig geklärt wie die der Imagines. Während früher allgemein angenommen wurde, daß die Larven ebenfalls karnivor seien und vom Raub anderer Insekten und deren Larven leben, kam Melin (1923) durch gründliche Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die Asiliden-Larven in der Hauptsache phytophag sind, wenn „auch manche Arten, die in moderndem Holz, in der Erde, in Sand usw. leben, gelegentlich andere Larven, denen sie begegnen, nicht verschmähen" (Engel). Besonders scheint dies für die Angehörigen der Gattung *Laphria* zuzutreffen. Nitsche fand die großen Larven einer *Laphria*-Art in den Puppenwiegen von *Hylobius abietis* L.; nach Mulsant wurde die Larve von *Laphria meridionalis* Muls. in den Gängen von *Poecilonota mirifica* Muls. (Buprestide) gefunden, von deren Larven sie sich nähren soll, und auch Perris (1870) nennt Buprestiden-Larven als Beutetiere von *Laphria*-Larven, außerdem noch (von *Laphria gilva)* Cerambiciden-Larven *(Spondylis buprestoides* und *Criocephalus rusticus)*. Nach Angaben russischer Autoren (Dekhtiarev) greifen die Larven von *Asilus gigas* Ev. die Eier und die Engerlinge von *Polyphylla fullo* L. und anderen Lamellicorniern an. Und die Larve von *Asilus crabroniformis* L. wurde in den Puppengehäusen von *Geotrupes* entdeckt (Baer 1920, S. 187).

Als „eines der interessantesten Kapitel aus der Lebensgeschichte der Asiliden" bezeichnet Engel das der Eiablage in Verbindung mit den besonderen Konstruktionen des Ovipositors. Wo der Ovipositor am wenigsten differenziert ist, lassen die Arten *(Leptogaster, Dioctria)* auf Pflanzenstengeln sitzend ihre Eier einfach zu Boden fallen. Andere Arten mit komplizierterem Ovipositor vergraben mit dessen Hilfe die Eier in den Sand, wieder andere *(Laphria)* legen mit ihrem konisch zugespitzten Ovipositor die Eier in Holzrisse, geborstene Baumstümpfe, in Fraßgänge von Käferlarven u. dgl. oder heften die Eier einzeln an Moosstämmchen, Fichtennadeln usw. Nach Dekhtiarev werden von einem ♀ von *Asilus gigas* Ev. rund 100 Eier (in den Sand) abgelegt, aber selten mehr als 5 auf

einmal. Die Larven der genannten Art erscheinen 5—6 Tage nach der Eiablage; die Puppen sind sehr beweglich und bahnen sich vor dem Schlüpfen einen Weg an die Oberfläche des Bodens.

Vom forstlichen Standpunkt aus sind die Asiliden durchgehend als Nützlinge zu bezeichnen. Durch das ausschließliche Räuberleben der Imagines, den Fang anderer Insekten, der zwar wahllos geschieht, dem aber doch eine Reihe forstlicher Schädlinge zum Opfer fallen, dezimieren sie fortwährend das Heer der Insekten, und zwar „zweifellos mehr als im allgemeinen angenommen wird" (Engel). Jedenfalls sollte sich in Zukunft die Beobachtung der Forstentomologen und auch der forstlichen Praktiker mehr als bisher den auffälligen und großen Fliegen zuwenden.

7. Fam. Therevidae, Stilettfliegen

Die oft wollig behaarten Stilettfliegen stellen eine kleine, den Asiliden nahestehende Familie mit nur wenig Gattungen und einigen Dutzend Arten dar.

Sie unterscheiden sich von den letzteren hauptsächlich durch die nie eingesattelte Stirn; daher sind auch die Augen niemals vorgequollen wie bei den Asiliden. Die Fühler sind auf der Mitte, oft auf einem besonderen Höcker eingelenkt; 1. Glied lang, zylindrisch, 2. Glied kurz kubisch oder kugelförmig, das Endglied mit Griffel. Rüssel dick und fleischig. Abdomen konisch. 3. Längsader stets gegabelt *($r_4 + r_5$)*; Zelle Cu lang, stets geschlossen. Abdomen mehr oder weniger konisch (Abb. 623).

Die Larven sind lang, stielrund, weißlich mit chitinisiertem, bräunlichem Kopf (Abb. 623 B). Da die ersten 8 Segmente je in 2 Teile gegliedert sind, hat es den Anschein, als ob die Larve aus 20 Segmenten zusammengesetzt sei. Die Puppen gleichen den Asilidenpuppen, ziemlich glänzend, gelbbräunlich, Thorax verdickt, Abdomen 9gliedrig, stark konisch zugespitzt, mit in Querreihen angeordneten Borsten, am Kopf mit zwei kleinen abstehenden Hörnern, den Fühlerscheiden (Abb. 623 C).

Die Fliegen bevorzugen zu ihrem Aufenthalt Gebüsche und Hecken und schweben oft im Sonnenschein in größerer Menge an Sträuchern. Man findet sie aber auch an sonnigen Sandplätzen und Steinen. Sie sind im Abflug sehr gewandt, oft hastig und haben entschieden etwas Lauerndes, Räuberhaftes in ihrem Betragen; ob sie aber wirklich Räuber sind, ist noch fraglich.

Die Eiablage ist noch nicht beobachtet worden. Die Larven, die sich durch Schlängeln fortbewegen, findet man unter moderndem Laub, unter Fichtennadeln, in Moder, Moos, in Dung, in Erde usw., wo sie zum Teil vom Raub anderer Insekten leben. Man hat sie an Schmetterlingspuppen gefunden *(Sphinx, Noctua)*, ferner beim Ausfressen von Elateriden und anderen Käferlarven. Einige Arten *(Thereva anilis* F., *Thereva lanata* Zett.) wurden auch in Schwämmen *(Polyporus* usw.) angetroffen.

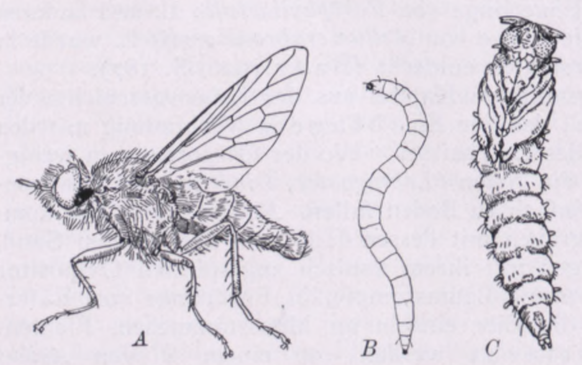


Abb. 623. Eine *Thereva*-Art: A Imago (3/1), B Larve, C Puppe

Als häufigste und bekannteste Arten seien genannt: *Thereva annulata* F. und *plebeja* L.

8. Fam. Bombyliidae [1]), Wollschweber

Die Bombyliiden bilden eine Familie, deren meist mittelgroße Formen sich durch verschiedenartig gefärbte, pelzartig zottige dichte Behaarung und vielfach schön gefleckte Flügel auszeichnen. Diese Eigenschaften im Verein mit großer Flugfertigkeit haben ihnen den deutschen Namen „Wollschweber" eingetragen.

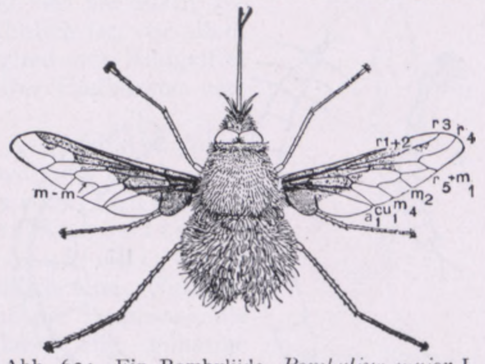


Abb. 624. Ein Bombyliide, *Bombylius major* L. Nach Verrall

Der Kopf ist verschiedenartig geformt, mehr oder weniger kugelförmig. Den größten Teil desselben nehmen die Augen ein, die sich wenigstens beim ♂, bisweilen auf längerer Strecke berühren. Rüssel dünn, nadelförmig, manchmal sehr lang, nach vorne gerichtet; die Mundwerkzeuge (mit wenig Ausnahmen) hochentwickelt, die recht verschiedenartig gestalteten Fühler deutlich 3gliedrig, 3. Fühlerglied mit Endgriffel oder Borstenkranz. Die Flügel sind verschieden gezeichnet und werden in der Ruhe mehr oder weniger gespreizt getragen. Die Media der Flügel mit 3 Ästen, daher 4 Hinterrandzellen (Abb. 624). Die Legeröhren der ♀♀ sind häufig mit einem Dornenkranz umgeben, der die Tiere „befähigt, ihre Eier dem feinen Sand anzuvertrauen; in andern Fällen finden sich nur stark behaarte, lippenförmige, unbedornte Endsegmente; hier sollen die Eier im Flug fortgeschleudert werden, und die ausschlüpfende primitive Larve muß sich dann allein den Weg zu ihrer Nahrungsquelle suchen".

Über die Bionomie der sehr artenreichen Familie wissen wir noch recht wenig; nur von einigen größeren und auffallenderen Formen ist die Lebensweise wenigstens in groben Umrissen bekannt. Alle bis jetzt bionomisch erforschten Arten haben sich als Schmarotzer bei anderen Insekten erwiesen, und zwar bei Orthopteren (in den Eikapseln von Heuschrecken), bei Hymenopteren, Lepidopteren, Dipteren usw.

In Algier wurden die Eikapseln der gefährlichen Heuschrecke *Stauronotus maroccanus* Thb. bis zu 80 % von den Larven von *Anthrax fenestratus* Fll. (der auch bei uns vorkommt) infiziert gefunden; in ähnlicher Weise werden auch andere Heuschrecken-Arten (wie *Caloptenus italicus* L. usw.) von Bombyliiden-Larven dezimiert. „Andere Bombyliiden schmarotzen in Apiden-Nestern, so die pelzigen Wollschweber, z. B. *Bombylius major* L. bei *Andrena labialis* K. und *Bomb. pumilus* Mg. bei *Colletes daviesanus* Jm." „Die prächtigen Argyramoeben schweben an sonnendurchglühten Wänden auf und nieder, um ihre Eier an die Bauten der Osmien und Megachilen anzuheften" (Baer 1920). Wieder andere *(Anthrax)* schmarotzen in Schmetterlingsraupen *(Agrotis, Panolis)*; und endlich gibt es unter ihnen auch einige Hyperparasiten *(Hemipenthes)*, die sich in Tachinentönnchen und Schlupfwespenkokons entwickeln.

Der Parasitismus ist vielfach mit einem larvalen Dimorphismus verbunden, indem die ersten Larvenstadien wesentlich verschieden von den letzten sind, so daß ihre Zusammengehörigkeit nicht ohne weiteres zu erkennen ist. So besitzt z. B. die Larve des bei der Biene *Colletes* schmarotzenden *Bombylius minor* L. nach Nielsen (1903) im ersten Stadium je ein Paar langer Borsten an den ersten 3 auf den Kopf folgenden Segmenten, sowie am letzten Segment (Triungulinus-ähnlich),

---

[1]) Die neueste Bearbeitung der Bombyliiden stammt von E. O. Engel (Lindner, E., Die Fliegen der paläarktischen Region).

während solche der Larve der letzten Stadien fehlen; ferner sind die Junglarven ganz anders geformt (lang und dünn, Triungulinus-ähnlich) als die Altlarven (Abb. 625); erstere besitzen außerdem vom 6. bis zum 10. Segment je zwei kleine Fußstummel, die den letzteren fehlen; die Junglarven sind endlich metapneustisch, d. h. besitzen nur am Hinterende ein Paar Stigmenöffnungen, die Altlarven amphipneustisch, indem noch ein weiteres Paar am Vorderende hinzutritt. Die Änderung der Larvenform hängt mit der Änderung der Lebensweise zusammen: Die Junglarven leben von dem in den *Colletes*-Zellen befindlichen Pollen, während die älteren Stadien sich auf der *Colletes*-Larve als Schmarotzer festsetzen, um diese völlig auszusaugen. — Die Puppe (Abb. 626) ist durch eine starke Bedornung, besonders des Kopfes, ausgezeichnet, die wohl zum Durchbrechen der *Colletes*-Zelle und zum Herausarbeiten aus der die Zelle umgebenden Erde dient.

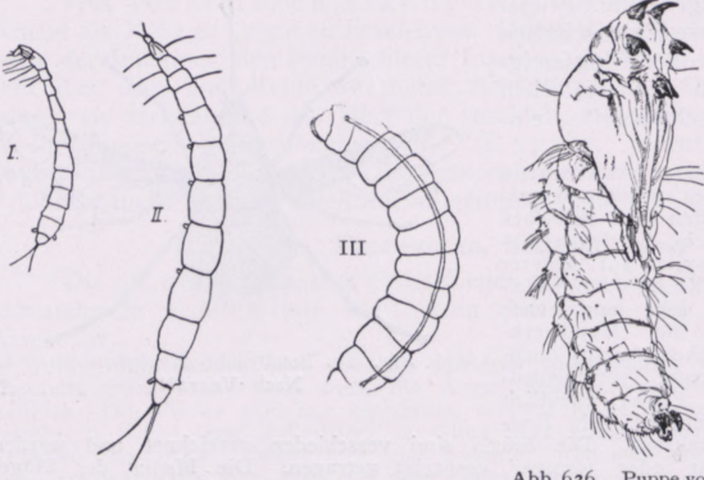


Abb. 625. Junglarven (I u. II) und Altlarve (III) von *Bombylius spec.* Stark vergr. Nach Nielsen

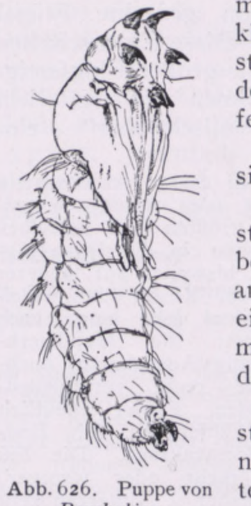


Abb. 626. Puppe von *Bombylius*. Nach Engel

Einige Arten der Bombyliiden besitzen auch ein entschiedenes forstliches Interesse; es sind dies die „Trauerschweber", so genannt wegen der düsteren Färbung, Angehörige der Gattungen Anthrax und Hemipenthes (Abb. 627), die teils als Primär-, teils als Sekundärparasiten von Forstschädlingen in Betracht kommen (s. Bd. I dieses Werkes S. 237 u. Bd. III S. 716). Wir haben *Anthrax hottentotus* L. und *paniscus* Rossi als echte Parasiten der Kieferneule und Wintersaateule kennen gelernt, während *Hem. morio* L. und *maurus* L. sich als Hyperparasiten von Tachinen und Ichneumonen (*Banchus* und *Ophion*) vor allem bei der Kieferneule und Nonne erwiesen haben.

Die Gattung Hemipenthes gehört der zweiten Gruppe der Bombyliiden an, den Tomophtalmae, bei denen



Abb. 627 *Hemipenthes morio L.*, Trauerschweber



Abb. 628. Puppenhülse von *Hemipenthes morio* $^2/_1$. Nach Baer

der Hinterrand der Augen tief eingebuchtet ist und die Äste der Gabel von r_{4+5} vielfach lang und geschwungen sind (s. Abb. 627). Sie unterscheidet sich von der Gattung Anthrax *(Argyramoeba),* der sie durch die Färbung und Flügelzeichnung sehr ähnlich ist, vor allem durch die Fühler, deren 3. Fühlerglied mit Endgriffel ohne Haarkranz, nur mit zentraler Endborste versehen ist.



Abb. 629. Erstes Larvenstadium von *Argyramoeba trifasciata* Mg., das durch feinste Spalten in das Mörtelnest der Mauerbiene, *Megachile muraria* F., einzudringen vermag. Stark vergrößert (nat. Länge 1 mm). Aus Baer

Die hyperparasitisch lebenden Arten sind in forstlicher Hinsicht besonders beachtenswert, da durch ihren Hyperparasitismus die Parasitenkurve und dadurch der Ablauf der Schädlingsgradation wesentlich beeinflußt werden kann. Ich habe selbst anläßlich einer Nonnenkalamität die Erfahrung gemacht, daß die Tachinose, die im kräftigsten Anstieg war, und daher eine günstige Prognose für den Verlauf der Nonnengradation erlaubte, plötzlich wieder zurückging wegen starken Auftretens von *Hemipenthes.*

Die Bionomie von *Hemipenthes* ist bis jetzt nur teilweise geklärt. Wir wissen noch nichts darüber, wie der Trauerschweber in den Wirt, im obigen Fall also in die Tachinenmade gelangt. Legt er seine Eier direkt an den Wirt oder am Boden, an geeigneten Stellen ab, von wo aus die jungen Larven sich auf die Wanderschaft begeben, um den Wirt aufzusuchen? Wir kennen zwar die Junglarven noch nicht, doch dürfen wir wohl annehmen, daß sie Triungulinus-artig wie die von *Bombylius minor* L. (Abb. 625) sind, zumal auch die den *Hemipenthes* nahestehenden Argyramoeben ähnliche Larven besitzen (Abb. 629). Hierzu kommt, daß die Trauerschweber sich fast ausschließlich am Boden aufhalten, so daß auch die Annahme, daß die Eiablage dort stattfindet, nahe liegt. Die Infektion der Tachine muß dann wohl in die kurze Zeit fallen, in welcher die auf den Boden gelangten Tachinenmaden (oder *Banchus*-Larven) die Lagerstätte für die Verpuppung aufsuchen. Die Flugzeit der Trauerschweber, Juni/Juli, würde zu dieser Annahme gut passen.

Von der Larve (späteres Stadium) und Puppe von *Hemipenthes morio* L. gibt Baer folgende Beschreibung: „Die Larve besitzt eine kleine Kieferkapsel, ist also hemicephal, und trägt am 1. und 11. Körperring je ein Paar kleine, aber deutliche Stigmen, die auch am 11. weit voneinander getrennt dorsolateral liegen. Erwachsen füllt sie das Tönnchen des Wirtes ganz aus.

„Besonders merkwürdig ist die Gestalt der im Tachinentönnchen sich entwickelnden, wohlchitinisierten Mumienpuppe (Abb. 628). Sie ist mit vielerlei Fortsätzen bewehrt, einem längeren Hakenpaar nebst noch je zwei kürzeren Zacken am Hinterleibsende und je einer langen Querreihe aufgebogener, kräftiger, eng stehender Stacheln oberseits auf der Mitte der Hinterleibssegmente mit Ausnahme des ersten. Hier ist die Reihe kurz und durch auffallend lange und starke Borsten (Stütz-, Gangborsten) ersetzt. Schwächere Borsten finden sich in großer Zahl über den ganzen

Hinterleib regelmäßig verteilt. Am meisten ist der Kopf ausgezeichnet: er trägt eine Art Zackenkrone, die Stirn vor allem 2 große dreieckige Fortsätze, die in der Mitte miteinander verwachsen sind, ventralwärts davon 2 schwächere, durch eine breite Furche getrennt, und an der Basis der Mundteile noch einen zweispitzigen Zacken. Unterstützt durch die sich anstemmenden Dornkränze und Borsten stößt die Puppe beim Ausschlüpfen mit den Stirnzapfen gegen die Wand des Tönnchens [1]) und öffnet es schließlich in ähnlicher Weise wie die Tachine mittels der Kopfblase (gegenüber dem Fliegentönnchen braucht sie kaum ihre volle Kraft einzusetzen, wohl aber, um von den viel festeren Kokons der Ichneumoniden einen Deckel abzustoßen). Ins Freie gelangt, entfaltet sie mit Hilfe der langen Borsten und wohl auch der frei abstehenden Glieder des 3. Fußpaares eine äußerst lebhafte Beweglichkeit, die den Beobachter in nicht geringes Erstaunen setzt. Selbst auf einer glatten Unterlage wie Papier legt sie mit Leichtigkeit eine Strecke zurück. Offenbar bedarf sie dieser Fähigkeit, um sich am Waldboden durch Streu und Moos nach einer geeigneten Stelle zum Entlassen der Imago hinzuarbeiten. Die *Hemipenthes*-Puppe vermag nun ein volles Jahr über die normale Ruhezeit hinaus zu überliegen, eine bei den Lepidopteren häufige, bei Dipteren erst sehr wenig *(Conops)* beobachtete Erscheinung."

Die Vermehrungsstärke von *Hemipenthes morio* hängt natürlich in erster Linie von der Zahl der Wirtstiere (Tachinen und *Banchus)* ab, die wiederum von der Zahl ihrer Wirtstiere (Nonne, Eule usw.) abhängig ist. Sind nur wenig Tachinenmaden vorhanden, so wird es bei der von uns angenommenen Infektionsart den *Hemipenthes*-Junglarven nur schwer gelingen, zu einem Wirt zu gelangen; wimmelt dagegen, wie es bei Massenvermehrungen der Nonne und Eule nicht selten der Fall ist, der Boden von Maden, so „wird wohl schließlich fast jede *Hemipenthes*-Larve einen Wirt finden, auch wenn bei der Ablage des Eies noch kein solcher in der Nähe war". Und so kann die Zahl der *Hemipenthes* rasch stark anwachsen, so daß man mitunter an manchen Stellen des Waldes, vor allem an grell beschienenen, massenhaft die auffallenden Trauerschweber antreffen kann, die sich, wie gesagt, fast ausschließlich am Boden aufhalten und aufgescheucht sich gleich wieder auf den Boden begeben. „Auf sandigen Wegen fliegen sie z. B. vor dem Wanderer her, um sich beständig wiederum vor ihm niederzulassen."

Wie stark der Hyperparasitismus von *Hemipenthes* bremsend auf die Vermehrung der Parasiten der Nonne wirken kann, ist bereits gesagt (S. 617). Das Gleiche wurde auch bei den Parasiten der Eule beobachtet: Nach Pfeffer waren bei der letzten Eulenkalamität in Böhmen nicht weniger als 83% des Hauptparasiten *Ernestia rudis* von *Hemipenthes morio* und *maurus* besetzt. Und auch in Polen wurde nach Sitowski bei der Eulengradation 1924 die Tachinen *Winthemia amoena* und *Sturmia bimaculata* häufig von dem gleichen *Hemipenthes* vernichtet, während die Schlupfwespe *Eniscospilus ramidulus* L. von *H. maurus* befallen wurde. Das gleiche Schicksal hat die bei *Diprion (Lophyrus)* parasitierende Tachine *Sturmia inconspicua* Mg. erfahren; in letzterem Fall soll neben *Hem. morio* auch *Argyramoeba varia* F. als Hyperparasit beteiligt gewesen sein.

---

[1]) Bei jedem Stoß dringen, wie ich selbst öfter zu beobachten Gelegenheit hatte, die Stirnzapfen durch die Wand des Tönnchens durch, so daß die Spitzen außen sichtbar werden; so entstehen ringsum lauter kleine Löcher, so daß am Schluß eine gerade perforierte Linie das Tönnchen umzieht (Bruchlinie).

Es ist noch vieles zu erforschen in der Bionomie und Ökologie der Bombyliiden, vor allem von *Hemipenthes,* und ich möchte nicht unterlassen, die Forstentomologen und auch die forstlichen Praktiker auf dieses interessante und reizvolle Gebiet hinzuweisen.

9. Fam. Empididae, Dolichopodidae und Lonchopteridae

Die **Empididen** (Tanzfliegen) stellen eine sehr artenreiche Familie kleiner, selten über mittelgroßer schlanker Fliegen (die meisten sind weniger als 10 mm lang) dar.

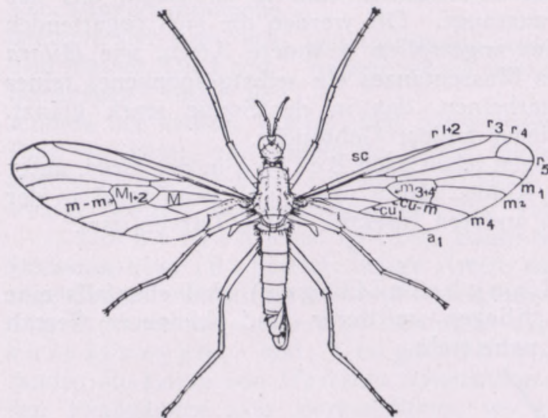


Abb. 630. Imago von *Empis trigramma* Mg. Radiussektor mit 3 Ästen (r_3, r_4, r_5), *m* mit 3 Ästen. Nach Verrall (aus Hendel)

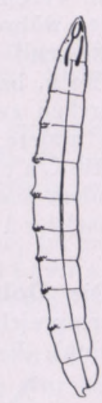


Abb. 631. Larve von *Hilara maura* F. (*Empididae*). Nach de Meijere (aus Lindner)

Kopf klein, mehr oder weniger kugelig, auf dünnem Hals beweglich, mit sehr langem nach unten gerichteten Stechrüssel; Fühler vorgestreckt, an der Basis genähert; Glieder einfach, Endglied von verschiedener Form mit oder ohne Endborste oder Griffel. Die Beine kräftig, ziemlich lang, oft mit besonderen Anhängen, Dornen usw. oder auch mit verdickten Hinterschenkeln. Am Flügelgeäder *rs* oft mit 3 Ästen (r_3, r_4 und r_5) (doch manchmal auch nur mit 2 Ästen), *m* mit 2—3 Ästen (Abb. 630). Abdomen schlank, mit 5—7 Segmenten. Das Hypopygium des ♂ groß, meist dorsal aufgeschlagen und oft von sehr kompliziertem Bau (starke Klammervorrichtungen). Ovipositor vorstreckbar und spitzig.

Die Larven (Abb. 631) sind zylindrisch, amphipneustisch und besitzen einen sehr kleinen Kopf.

Die Imagines der meisten Arten der Empididen leben räuberisch; sie saugen kleine Fliegen usw. aus, gelegentlich auch ihre eigenen Artgenossen; doch sind auch

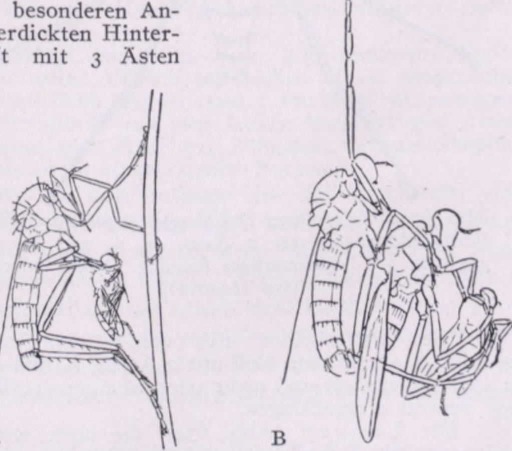


Abb. 632. A *Empis* ♂ mit Beutetier; B *Empis*-Pärchen in Kopula, links das ♂, rechts das ♀ mit dem dem ♂ entrissenen Beutetier. Nach Tuomikoski

eine nicht geringe Anzahl von ihnen eifrige Blütenbesucher, die vor allem Compositen bevorzugen. Der Name „Tanzfliegen" rührt daher, daß die ♂♂ mancher Arten in mäßig großen Schwärmen oder auch einzeln über Gebüsch usw. Tänze vollführen, die den Charakter von Balzflügen haben. Bei einigen Arten sind ganz eigenartige Hochzeitsgebräuche beobachtet worden. So fängt das ♂ von *Empis tessellata* F., eine der größten deutschen Arten, ein Insekt, das oft größer als es selbst ist (wie z. B. eine Schnepfenfliege, *Rhagio scolopacea* L.), tötet es, tanzt damit vor einigen ♀♀ und läßt sich die Beute im Augenblick der stürmischen Vereinigung der beiden Geschlechter vom ♀ entreißen, das das Beutetier während der Copula aussaugt. Oft werden die sich begattenden Tiere fliegend mit dem Beutetier angetroffen. Andere Arten, wie *Hilara sartor* Beck, halten während des Massentanzes ein selbstgesponnenes feines Schleierchen zwischen den Hinterbeinen, das in der Sonne stark glänzt. Wieder andere Arten haben wieder andere Gebräuche.

Die Larven der Tanzfliegen leben nach Beling in der Erde, unter moderndem Laub, unter Moos, Rinde, Mulm usw., und zwar wohl in der Hauptsache räuberisch von anderen Insekten, deren Larven usw.

* * *

Die **Dolichopodiden** (Langbeinfliegen) sind ebenfalls eine sehr artenreiche Familie von Fliegen mittlerer und kleinerer Gestalt (3—7 mm), die den Empididen nahe steht.

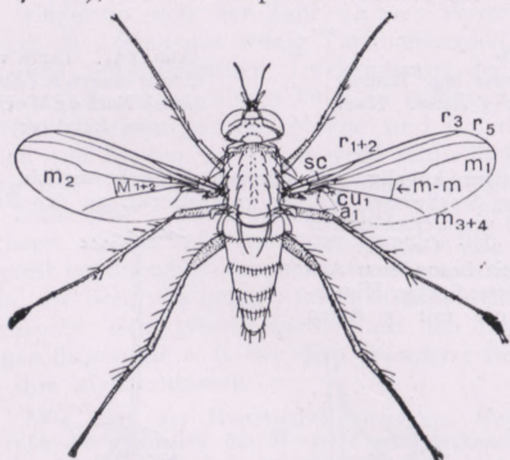


Abb. 633. Imago von *Dolichopus popularis* Wied. Radiussektor nur mit 2 Ästen (r_3 u. r_5); *m* ungegabelt, mit bajonettartiger Biegung. Nach Verrall (aus Hendel)

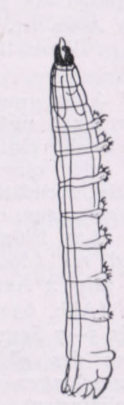


Abb. 634. Larve von *Dolichopus ungulatus* L. Aus Lindner

Sie unterscheiden sich von diesen hauptsächlich durch das Flügelgeäder (s. Abb. 633): *rs* stets bloß mit 2 Ästen, r_3 und r_5 (bei den Empididen oft mit 3) und *m* stets ungegabelt und mehr oder weniger deutlicher bajonettartiger Biegung. Hypopyg ventral eingeschlagen.

Die Larven (Abb. 634), die noch wenig bekannt sind, sind amphi- oder peripneustisch, zylindrisch und bestehen aus 12 Segmenten; die einziehbare Kopfkapsel ist klein. Die Ventralseite trägt Kriechwülste mit häkchenförmig gekrümmten Borsten. Die Puppen frei, auf dem Kopf mit Zähnchen und auf dem Abdomen ventral mit Querwülsten, die mit flachen Dörnchen besetzt sind.

Die Dolichopodiden sind schlanke, lebhafte, meist metallisch-grün glänzende Tiere, die sich an schattigen, feuchten, krautigen Stellen im Walde und auf Gestrüpp und Gebüsch, das den Uferrand zwischen schattenspendenden Bäumen bedeckt, im Sommer oft zu Hunderten herumtreiben. Alle Arten lieben Feuchtigkeit, ja manche bewegen sich sogar auf dem Wasser. Die Langbeinfliegen sind, besonders bei heißem Wetter, fast fortwährend in Bewegung, geschäftig von Blatt zu Blatt, von Zweig zu Zweig eilend. Sie sollen dabei Jagd auf andere kleine Insekten, vor allem Fliegen, machen; doch liegen nur ganz wenige positive Beobachtungen hierüber vor.

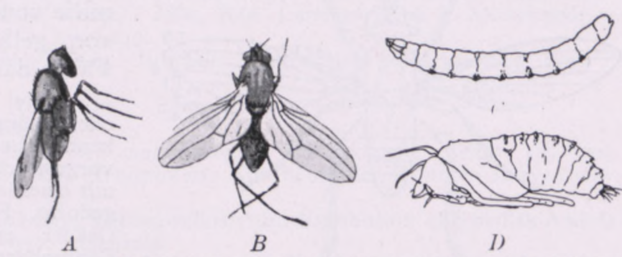


Abb. 635. *Medetera signaticornis* Lw. A u. B Imago, Ansicht von der Seite und von oben (4/1); C Larve, D Puppe. Nach Seitner

Die Larven leben in Erde, Baum-Moder, unter Laub, im sandigen Schlamm usw. (Beling); einige Arten, der Gattung Medetera Fisch. angehörend, wurden unter Baumrinde gefunden: nach Perris (1870) lebt die Larve von *Medetera ambigua* räuberisch von Borkenkäferlarven, und Trägårdh (1914) und Seitner (1924) fanden die Larve von *Medetera signaticornis* Lw. (Abb. 635) sehr häufig in den Fraßgängen von Borkenkäfern, wo sie deren Larven und Puppen aussaugten.

So besitzen also auch die Dolichopodiden einiges forstliches Interesse:

Medetera signaticornis Lw.

Eine im allgemeinen schwarz gefärbte und vorn hochgestellte Art (Abb. 635 A u. B). Das 1. und 2. Fühlerglied rotgelb, das 3. schwarz, Hüften etwas bräunlich bereift; Hinterleib kurz, metallisch schwarz; Hypopyg kaum von mittlerer Größe mit schwarzen Analanhängen.

Die ausgewachsene Larve rund 8 mm lang, vorn und besonders hinten stumpf abgerundet (Abb. 635 C), rein weiß. Ventral mit sieben scharf umgrenzten Warzenfeldern (lokomotorisch). Puppe (Abb. 635 D) rund 5 mm lang, mit gabligem Bohrhörnchen auf dem Scheitel; am Prothorax mit sehr langen hörnerartigen Atemröhren. Rückensegmente des Abdomens mit chitinigen Zähnchen. Hinterleibspitze jederseits mit 6 langen nach der Bauchseite eingebogenen Borsten.

Die Fliege läuft nicht wie die Stubenfliege in der Richtung der Körperachse gerade. weiter, sondern sie bewegt sich beiläufig unter einem Winkel von 45° zur Körperachse, also diagonal seit- und vorwärts, aber auch seit- und rückwärts. Sie wurde von Seitner des öfteren beobachtet, wie sie mit der verlängerten Hinterleibspitze unter den vorstehenden Borkenschuppen in ein Luftloch des Brutganges von *Ips typographus* zu gelangen suchte. Die ausgewachsene und namentlich überwinternde Larve ist stets in zusammengelegter bzw. geknickter Stellung in oder unter der Rinde zu finden.

Seitner fing die Fliege an Baumstämmen, Kriechbaumer zog ihre Larven, welche mit den Larven des Borkenkäfers unter Fichtenrinde gefunden wurden.

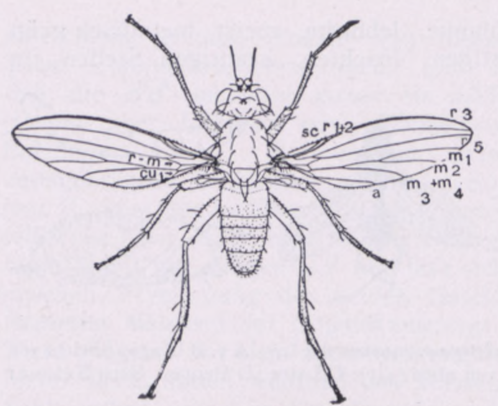


Abb. 636. *Lonchoptera lutea* Pz. Nach Verrall (aus Hendel)

Die **Lonchopteriden** (Muscivoridae) stellen eine kleine Familie von 2—4 mm großen Fliegen von gelblicher oder bräunlicher Farbe dar.

Sie sind durch ihren spatel- oder ruderförmigen Flügelschnitt gekennzeichnet (Abb. 636). Fühler kurz, vorgestreckt, das 3. Glied rundlich, mit einer langen Endborste. Beine lang, gedornt. Flügel lanzettartig zugespitzt, Geäder einfach, hauptsächlich von Längsadern gebildet.

Larven abgeplattet, asselförmig, flach, mit langen Borsten auf dem 1., 2. und letzten Segment, aus 10 Segmenten bestehend (das letzte anscheinend aus 2 verschmolzen); amphipneustisch. Verpuppung in einem Puparium, das beim Ausschlüpfen der Fliege durch einen dorsalen Längsspalt geöffnet wird.

Die Imagines leben oft in Massen auf Waldblößen oder an Bachrändern, wo sie gern auf der Unterseite der Blätter oder auf nassen Steinen sitzen. Die sonderbaren Larven sind zum Teil ausgesprochen phytophag oder saprophag, einige aber sind karnivor und wurden in Borkenkäfergängen unter Rinde festgestellt, wo sie vom Raub von Borkenkäferlarven sich nähren.

Literatur

über Brachyceren

Baer, W., 1920, Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Allgemeiner Teil. Zeit. f. ang. Ent. *6*, 185—246.

Becker, Th., 1912, Beitrag zur Kenntnis der *Therevidae*. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien.

Beling, Th., 1882, Beitrag zur Metamorphose zweiflügeliger Insekten aus den Familien *Tabanidae, Leptidae, Asilidae, Empididae, Dolichopodidae* und *Syrphidae*. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien *48*, 187—240.

Bovey, P., 1936, Sur la ponte et la larve primaire d'*Oncodes pallipes* Latr. Bull. Soc. Sc. Nat. *59*, 171—176.

Brügger, A., 1935, Raubfliegen als Bienenfeinde. Schweiz. Bienenzeitung Nr. 7.

Dekhtiarev, N. S., 1929, Notes on the Scarabaeid Beetles attaking Vines in Ukraine. Bull. Ent. Res. *20*, 95—98. (Rev. appl. Ent. *17*, 505—506.)

Engel, E. O., 1925, *Asilidae*. In: Lindner, E., Die Fliegen der paläarktischen Region. Stuttgart.

— — 1932, Familie: *Asilidae* Leach 1819. In: Die Tierwelt Deutschlands. 26. Teil. Zweiflügler oder Diptera V. Jena.

— — *Bombyliidae*. In: Lindner, E., Die Fliegen der paläarktischen Region. Stuttgart.

Escherich, K., 1917, Forstentomologische Streifzüge im Urwald von Bialowies. Eine waldhygienische Betrachtung. In: Bialowies in deutscher Verwaltung. 2. Heft. Berlin.

Fabre, J. H., 1890, Souvenirs entomologiques. Troisième Série. Deuxième Edition. S. 205.

Heymons, R., 1915, Insekten. In: Brehms Tierleben II. Bd.

König, A., 1894, Über die Larve von *Oncodes*. Verh. Zool.-Bot. Ges. *44*, 163—166,

Kröber, O., 1913, *Therevidae*. In: Wytsmann, Genera Insectorum. Tervuren.

— — 1925, *Therevidae*. In: Lindner, E., Die Fliegen der paläarktischen Region. Stuttgart.

— — 1925, *Tabanidae*. Ebenda.

K r ö b e r , O., 1932, Familie *Therevidae* (Stilettfliegen). In: Die Tierwelt Deutschlands. 26. Teil. Zweiflügler oder Diptera V. Jena.
L a u t e r b o r n , R., 1936, Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiete des Oberrheins und des Bodensees (9. Reihe). Mitt. Bad. Landesvereins f. Naturkunde u. Naturschutz. Neue Folge 4, 239—240.
L i n d n e r , E., 1923/24, *Rhagionidae*. In: Die Fliegen der paläarktischen Region. Stuttgart.
— — 1931 a, *Stratiomyidae* (Übersicht). Ebenda.
— — 1931 b, *Acroceridae*. Ebenda.
M a r t i n i , E., 1923, Lehrbuch der medizinischen Entomologie. Jena. 189—194.
M e i j e r e , I. C. H. d e , 1916, Zur Kenntnis des Kopfbaues der Dipteren-Larven usw. Zool. Anz. *46*, 241—251
M e l i n D o u g l a s , 1923, Biology, metamorphosis and distribution of Swedish Asilids. Zoologiska Bidrag. *8*, 1—317. Uppsala.
N i e l s e n , J. C., 1903, Über die Entwicklung von *Bombylius pumilus* Mg., einer Fliege, welche bei *Colletes daviesana* Sm. schmarotzt. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. *18*, 647—658, Taf. 28.
P e r r i s , E d., 1870, Histoire des insectes du pin maritime. Diptères. Ann. Soc. Ent. France 4. Sér., *10*, 133—232.
P f e f f e r , A., 1933, Invasion de *Panolis flammea* en Slovaquie occidentale. Rec. Trav. Inst. Rech. Agron. Tschécosl. *116*, No. 2, 3—54.
R o m a n d , d e , 1833, Notes sur la larve du *Leptis vermilio*. Ann. Soc. Ent. France *2*, 498—499, Taf. II.
S e i t n e r , M., 1924, Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich u. Steiermark in den Jahren 1921 bis einschließlich 1923. Centralbl. f. d. ges. Forstw. *50*, 14—17.
S i t o w s k i , L., 1924, Strzygonia choinowka (*Panolis flammea* Schiff.) i jej pasozyty na ziemiach polskich. Czesc II. Rocz. Nank. Rol. i Lesn. *12*.
— — 1925, Do bioloji pasozytow borecznika (*Lophyrus* Ltr.). Ebenda *14*.
S z i l a d y , Z., 1932, Dornfliegen oder *Nothacantha (Erinnidae* und *Stratiomyidae)*. In: Die Tierwelt Deutschlands (D a h l). 26. Teil. Zweiflügler oder Diptera. Jena.
— — 1932, Familie: Schnepfenfliegen, *Rhagionidae (Leptidae)*. Ebenda.
T r ä g å r d h , J., 1914, Skogsentomologiska Bidrag 1—5. Entom. Tidskr. *35*, 192—196.
T u o m i k o s k i , R., 1939, Beobachtungen über das Schwärmen und die Kopulation einiger Empididen (Dipt.). Annales entomol. fennici. *5*, 1—30.
V e r h o e f f , C., 1891, Biologische Aphorismen über einige Hymenopteren, Dipteren und Coleopteren. Verh. nat. Vereins der preuß. Rheinlande, Westfalens usw. *48*, (5. Folge: *8*). Bonn.
W a s s i l j e w , J. W., 1905, Beitrag zur Biologie der Gattung *Anthrax* Scop. Ztschr. f. wiss. Ins. Biol. *1*, 174—175.

II. Unterordnung Cyclorhapha

1. Gruppe

Cyclorhapha Aschiza

Die Gruppe der *Cyclorhapha Aschiza,* die hauptsächlich durch das Fehlen einer deutlichen Stirnblase — das Sprengen des Tönnchens geschieht mit Hilfe des Untergesichts — und damit auch einer deutlichen hufeisenförmigen Bogennaht charakterisiert ist (s. oben S. 514), enthält 4 Familien, die sich folgendermaßen kennzeichnen lassen:

1 Flügelgeäder nur an der Basis verzweigt, verdickt; der größte übrige Teil mit sehr dünnen, einfachen Adern ohne Querverbindungen (Abb. 637). Kleine, bucklige, pfeilschnell umherrennende Fliegen. Hierher auch stark abweichende f l ü g e l l o s e Formen, die bei Bienen, Ameisen und Termiten parasitieren.
1. P h o r i d a e (S. 624)

— Flügelgeäder normal (Flügel stets vorhanden) 2
2 Fühlerborste endständig, Hintertarsen mehr oder weniger verbreitert. Unansehnliche kleine Fliegen mit breiten Flügeln . . . 4. Platypezidae (S. 635)
— Fühlerborste dorsal 3
3 Augen normal groß. Zwischen *r* und *m* meist eine *vena spuria*. Mittelgroße bis große, meist bunt gefärbte (Abb. 642), bisweilen eine Wespen- oder Hummelähnlichkeit zeigende Fliegen (Schwebefliegen). Eine große artenreiche Familie. 2. Syrphidae (S. 628)
— Augen auffallend groß, fast den Kopf, der breiter als die Brust ist, einnehmend (Abb. 649); zwischen *r* und *m* keine *vena spuria*. Kleine (2—4 mm) düster gefärbte Fliegen . . . . 3. Pipunculidae (S. 634)

Die wirtschaftliche und speziell die forstliche Bedeutung der *Aschiza* bedarf vielfach noch der weiteren Klärung. Die Larven leben teils von faulenden vegetabilischen und tierischen Stoffen, teils aber auch als Räuber und Parasiten von anderen Insekten, teils endlich auch in gesunden Pflanzen, diese schädigend. So haben wir also sowohl Nützlinge als auch Schädlinge, wobei aber die Nützlinge weitaus in der Überzahl sind. Es sei nur an die bedeutende Rolle, die die Syrphiden-Larven als Blattlausvertilger spielen, erinnert. Vielfach ist die Frage, ob Saprophyt oder Parasit bzw. Räuber, noch offen.

1. Fam. Phoridae, Rennfliegen

Die Phoriden, die in ihrer Organisation Anklänge an die Lonchopteriden zeigen, sind kleine bis winzige (0,5—6 mm), meist bucklige, dunkle (manchmal auch gelb gefärbte) Fliegen, die oft mit großer Hast, schußweise im Zick-Zack auf Blättern, Holz oder auch Fenstern herumrennen („Rennfliegen").

Besonders charakteristisch ist das Flügelgeäder mit den kräftigen an der Basalhälfte des Flügels konzentrierten Adern (*c* und *r*) und den sehr dünnen einfachen übrigen Adern, die ohne Querverbindungen sind (Abb. 637). Fazettenaugen bisweilen nur aus wenigen Fazetten bestehend, Stirn breit, mit einer Reihe charakteristischer, für die Bestimmung der Arten wichtiger Borsten; die ersten zwei Fühlerglieder klein, das 3. Glied dagegen sehr groß, meist mit langer Borste. Thorax einheitlich, meist stark gewölbt; Abdomen abschüssig („Buckelfliegen"). Beine mit verlängerten Hüften und flach gedrückten Schenkeln. Die Flügel können mehr oder weniger rückgebildet

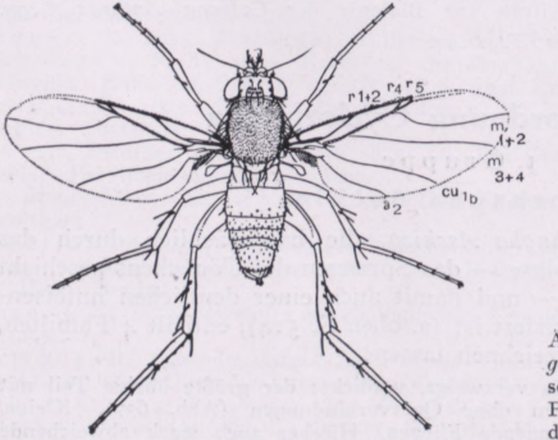


Abb. 637. Imago einer Phoride. Nach Verrall (aus Hendel)

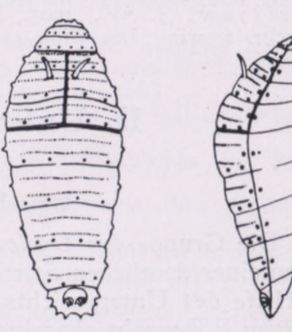


Abb. 638. Tönnchen einer Phoride (*Megaselia rufipes* Mg.). Im 2. Adominalsegment brechen die Stigmenhörner der Puppe durch die Tönnchenhaut. Die dicken Linien geben die Bruchstellen beim Schlüpfen an. Nach Keilin (aus Lindner)

sein oder auch ganz fehlen, wie überhaupt manche Arten, besonders solche, die zur parasitischen bzw. sozialparasitischen Lebensweise (Myrmecophilie und Termitophilie) übergegangen sind, so starke Umbildungen erfahren haben, daß sie kaum mehr ihren Dipterencharakter erkennen lassen.

Die Larven (Abb. 639) sind meta- oder amphipneustisch; mit 12 Segmenten (Kopf, 3 Brust- und 8 Abdominalsegmente), langgestreckt, vorne konisch verjüngt, hinten stumpf oder das 8. Abdominalsegment tubusartig zusammengeschnürt. Tönnchen pantoffel- oder kahnförmig, dorsal mit Buckel vor der Mitte (bisweilen auch konkav), mit Seitenkanten und durchbrechenden „Hörnern" der Puppe am 2. Abdominalsegment (Abb. 638). Das Tönnchen öffnet sich entweder bloß durch einen dorsalen Deckel, der die Tergite III, 1, 2, 3 umfaßt, oder dieser dorsale Deckel wird noch durch eine Mediannaht in 2 Teile gespalten und aus ihm springt der Apikalpol des Tönnchens (I—III) als Kappe ab (s. Abb. 638).

Die Nahrungsquellen der durch ihre nervös-hastige, rennende oder hüpfende Bewegungsweise auffallenden Fliegen sind wohl in den meisten Fällen faulende vegetabilische oder animalische Stoffe, wie Pilze, Käse, Dünger, Tierleichen usw., besonders tote Insektenlarven und -puppen. Hier entwickeln sich auch größtenteils die Larven; so fand Bouché Phoridenmaden in „verfaulenden Raupen" und Boié solche „zu Tausenden in den verwesenden Puppen der Nonne" (s. Brauer S. 66).

Doch gibt es auch Arten, die an lebende Pflanzen, wie Pilze (z. B. in Champignonzüchtereien) und auch an Samen gehen und dadurch recht schädlich werden, und solche, die parasitisch oder räuberisch von lebenden Tieren, vor allem anderen Insekten sich nähren und dadurch nützlich werden können. Sicherlich existieren Übergänge zwischen saprophagen und carnivoren bzw. phytophagen Arten, auch in der Weise, daß saprophage Arten gelegentlich carnivor werden können, wie es ja auch bei *Sarcophaga* usw. vorkommt (s. unten S. 665). Jedenfalls genügen die in der Literatur sich vielfach findenden Angaben, wie „in den Larven von *Crabro*" oder „bei *Bombyx pini*" oder „in den Raupen von *Sphinx pinastri*" nicht, die betreffenden Phoriden-Larven zu Parasiten zu stempeln.

Einige Phoriden haben entschieden forstentomologisches Interesse, und zwar einerseits als Samenschädlinge und andererseits als Parasiten forstschädlicher Insekten.

Samenschädlinge

Megaselia rufipes Mg.[1])

Diese Phoride wurde von Schimitschek als Samenschädling beobachtet und in die Forstentomologie eingeführt. Derselbe berichtet darüber folgendes: „Anläßlich der an der Lehrkanzel für forstliche Produktionslehre vorgenommenen Keimproben mit Schwarzkiefernsamen erwies sich 1927 eine dieser Proben von Fliegenlarven befallen. Die aus 100 Samenkörnern bestehende Probe wies 43 Fliegenlarven auf. Die Samen wurden von den Larven ausgefressen, zum Teil war auch die Eiweißsubstanz schleimig zersetzt.

Die Larve ist 2,8—3 mm lang, 0,5 mm breit. Schmutzigweiß. Darm gelblich bis grau durchschimmernd. Mundwerkzeuge schwarzbraun. Hinterleibsende mit 8 stachelförmigen Dornzäpfchen auf der Unterseite und 4 Dornzäpfchen auf der Oberseite. Die einzelnen Leibesringe tragen in der Regel 4 Dornzäpfchen, die zur Fortbewegung verwendet werden. Die Dornzäpfchen sind in 2 Reihen auf der

[1]) Die Gattung *Megaselia* gehört nach Enderlein in die 3. Unterfamilie der Phoriden, die *Metopininae* und hier zum 1. Tribus *Gymnophorini*.

Oberseite und je einer Reihe an den Körperseiten angeordnet. Das Tönnchen mißt 3 mm in der Länge, 1 mm in der Breite (an der breitesten Stelle im ersten Drittel). Flach, gelb, mit einem Stich ins Rötlichbraune. Am Vorderrand des 4. Segments jederseits ein schwarzer Dorn.

Die Larven leben gesellig. Vor der Tönnchenbildung, die am 30. März begann und am 6. April beendet war, zerstreuten sich die Larven. Das Schlüpfen der Imagines erstreckte sich vom 17. Mai bis 25. Mai" [1]).

Parasiten

Megaselia plurispinulosa Zett.

(= *Megaselia giraudi* Auct., nec Eggers)

Trägårdh fand im Juni (1920) unter der Rinde von Fichtenprügeln in Grohmann-Rüsselkäferfallen (s. Bd. II, S. 375) eine Anzahl Fliegenlarven, und zwar immer und ausschließlich zusammen mit *Hylobius*-Larven, gewöhnlich je 8—10 Maden in einer *Hylobius*-Larve, und viele von den letzteren waren ganz leer und so ausgesogen, daß nur die Haut übrig war. Wie häufig diese Maden vorkommen, geht aus folgenden Angaben hervor: An 5 Fichtenprügeln von je 80 cm Länge wurden im ganzen 74 *Hylobius*-Larven gefunden; von diesen waren 54 % von Fliegenmaden getötet, 8 % von Pilzen befallen, 16 % hatten ihre Verpuppungswiegen fertig gemacht und 12 % waren allem Anschein nach gesund unter der Rinde.

Die Larve, die sich durch Zucht als die von *Megaselia plurispinulosa* erwies, ist langgestreckt, nach vorne viel stärker verjüngt als nach hinten; die Haut ist mit winzigen kurzen, konisch zugespitzten, nach hinten gerichteten Dornen, meist in Querreihen angeordnet, besetzt; außerdem mit größeren in einfachen Querreihen stehenden längeren Zapfen, deren Anordnung aus der Abbildung zu ersehen ist (Abb. 639 A). Die Prothorakalstigmen braun, als kurze zweigeteilte Knospen hervortretend. Die Hinterstigmen, deren jedes doppelt ist, sitzen auf zwei schief nach hinten und außen gerichteten Erhöhungen. — Die Hautanhänge sind auch auf dem Puparium erhalten (Abb. 639 B), das außerdem noch auf dem 4. Ring (wie bei der vorigen Art) zwei dunkle hornförmige Fortsätze trägt.

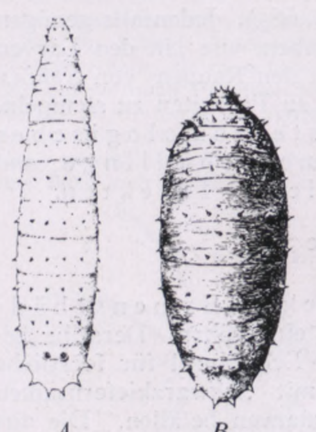


Abb. 639. A Larve, B Puparium (Tönnchen) von *Megaselia plurispinulosa* Zett. Nach Trägårdh

Trägårdh gibt eine sehr ausführliche und genaue Beschreibung der Mundteile der Larve und des Cephalopharynx der Made, worauf aber hier nicht eingegangen werden kann. Nur das eine sei daraus erwähnt, daß er in dem schon im 1. Stadium vorhandenen gewaltig entwickelten und scharf nach unten gebogenen Zahn eine Waffe erblickt zum Durchbohren der Haut der Rüsselkäferlarve.

Trägårdh untersucht angesichts des Umstandes, daß viele Phoriden in allerlei faulenden Substanzen ihre Entwicklung durchmachen, die Frage, ob vielleicht die Anwesenheit der *Megaselia*-Larven zusammen mit den *Hylobius*-Larven eine zufällige war oder nicht,

[1]) Nach Bilanovskii wurden in Rußland auch keimende Weizensamen von den Larven von *Megaselia rufipes* befallen; die Körner waren oft von je mehreren Larven angegriffen und vollständig ausgehöhlt. „Diese Phoriden waren sehr zahlreich auf den Feldern während der nassen Jahre 1933 und 1934 und sie mögen schuld an der starken Reduktion der Keimung der Herbstsaaten gewesen sein" (Rev. appl. Ent. 25 [1937], p. 6).

und im letzten Fall, ob jene nur kranke bzw. tote oder gesunde Rüsselkäfer-Larven angehen. Er gelangt, vor allem auf Grund der Bildung der Mundteile, zur Annahme der letzten Alternative, daß also *Megaselia plurispinulosa* Zett. als wahrer Parasit von Hylobius zu betrachten sei. Und zwar könne diese Fliege nach den oben angegebenen Zahlen einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Vermehrung des Rüsselkäfers erlangen.

Wie gelangen die *Megaselia*-Maden zu den *Hylobius*-Larven, die in dem von Trägårdh beobachteten Fall bis 60 cm tief unter der Erdoberfläche sich befanden? Da bereits die ganz jungen Maden so tief in der Erde gefunden wurden, so ist es wahrscheinlich, daß schon die Fliegen-♀♀ zur Eiablage sich in die Erde begeben, daß diese also imstande sind mit Hilfe ihres Geruchssinnes die Anwesenheit der *Hylobius*-Larven 40—60 cm tief unter der Erde wahrzunehmen.

Nach dem Trägårdhschen Befund ist es empfehlenswert, bei *Hylobius*-Untersuchungen in Zukunft dem Vorkommen von Fliegenlarven mehr Achtung zu schenken[1]).

Auch noch andere Megaselia-Arten wurden in Verbindung mit Forstinsekten angetroffen; so erwähnt Lundbeck (Diptera Danica), daß *Meg. pusilla* aus Larven, die unter Kiefernrinde zusammen mit den Resten eines *Aestynomus aedilis* lebten, und *Meg. ruficornis* aus einem toten *Prionus coriarius* gezüchtet wurden (Trägårdh). Ob es sich bei diesen Arten um Parasiten, bzw. Räuber handelt oder nur um Saprophyten, geht aus diesen Angaben nicht hervor.

* * *

Als weitere parasitische Phoriden kommen noch in Betracht:

Hypocera incrassata Mg. (Abb. 640), deren Larve nach Morris in Bibioniden-Larven sich entwickelt (s. oben S. 520). Diese Art stand auch eine Zeit-

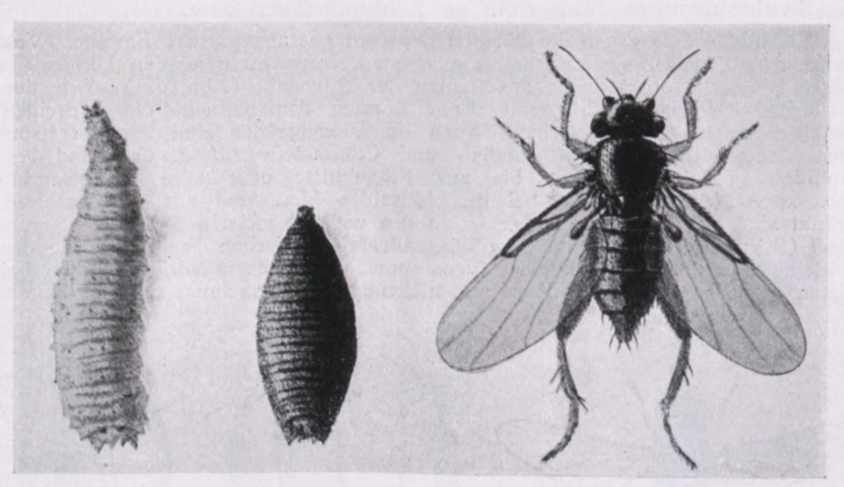


Abb. 640. *Hypocera incrassata* Mg. Larve, Puppe u. Imago (15/1). Nach A. Reichert

[1]) Es darf aber nicht jede bei *Hylobius*-Larven gefundene Fliegenmade ohne weiteres als deren Räuber oder Parasit angesprochen werden. Siehe hierüber unten (S. 633) über die von mir gefundenen und Fr. Eckstein beschriebenen Syrphidenlarven.

lang im Verdacht, die Faulbrut der Biene zu verursachen. Die Fliegen stellen sich aber erst dann im Bienenstock ein, wenn die Bienenlarven bereits tot bzw. in Fäulnis übergegangen sind. Auch in absterbenden Wespennestern kann man zwischen den faulenden und schimmelnden Resten des Wespenvolkes Phoridenlarven finden.

Braula coeca Nitz. (Bienenlaus), ein kleines lausartiges Insekt mit stark reduzierten Augen, mit völlig rückgebildeten Flügeln und Halteren, mit kurzen dicken Beinen und verbreiterten Endtarsen, die mit je einem nach innen gekrümmten Kamm vieler feiner Zähnchen besetzt sind. Abdomen breit und flach gewölbt (Abb. 641).

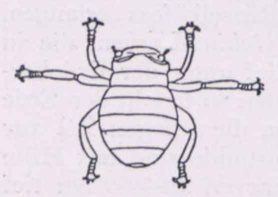


Abb. 641. *Braula coeca* Nitz. (Bienenlaus) (10/1). Nach Döderlein

Braula wurde vielfach zu den Pupiparen gestellt in der Annahme, daß sie pupipar bzw. vivipar ist. Doch ist dies ein Irrtum. Nach Skaife (Trans. R. Soc. S. Afrika, 1921) legt das ♀ der Bienenlaus seine Eier in die Bienenwaben und die Larven leben später neben den Bienenlarven von deren Futter. Die Verpuppung findet in den Zellen statt. Die Imagines sind Ektoparasiten; sie klammern sich auf den Arbeiterbienen, Drohnen und vor allem den Königinnen fest, welch letztere oft dicht bedeckt von ihnen sind. Daß die Bienenlaus nicht lebendige Larven zur Welt bringt, sondern ovipar ist, wurde übrigens schon im vorigen Jahrhundert von Leukart behauptet.

Daneben gibt es, wie oben schon erwähnt, auch eine Reihe von Individual- und Sozialparasiten in Ameisen- und Termitennestern (Myrmekophilen und Termitophilen), die in ihrem Aussehen nichts mehr von einer Diptere zeigen, wie *Termitoxenia, Thaumatoxenia* u. a. (s. Escherich, 1912 u. 1914 und Wasmann, 1894).

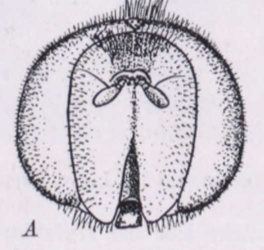
2. Fam. Syrphidae, Schwebefliegen

Die Syrphiden stellen eine der umfangreichsten Familien der Dipteren dar, die viele auffallende buntgefärbte Fliegen enthält (Abb. 642). Ein Teil von ihnen erinnert durch ihren gelbbebänderten Hinterleib an Wespen, andere durch ihre dichte Behaarung an Hummeln, wieder andere durch ihren keulenförmigen Hinterleib an Schlupfwespen usw.

Sie bilden eine gegen die übrigen Dipteren gut abgegrenzte Familie. Von den Musciden, mit denen sie habituell am ehesten verwechselt werden können, unterscheiden sie sich sofort durch das Fehlen der Stirnnaht (Abb. 643) sowie der Gesichtsleisten (Vibrissen), die mit ihren Borsten dem Gesicht der Musciden ein charakteristisches Gepräge geben. Auch im Flügelgeäder sind leicht feststellbare Unterschiede vorhanden: Die Medial- und Cubitalzelle (*M* u. *Cu*) sind bei den Syrphiden groß und reichen bis zur Flügelmitte oder zum Flügelrand (*Cu*) (Abb. 644 A), während diese bei den Musciden klein und auf den Basalteil beschränkt sind (Abb. 644 B); ferner ist in den weitaus meisten Fällen im Syrphiden-Flügel (Syrphinae) eine überzählige Längsaderfalte zwischen *r* und *m* vorhanden, die die kleine Querader durchschneidet (vena spuria). Die dreigliedrigen Fühler bei den meisten Arten kürzer als der Kopf und nickend (doch manchmal auch verlängert und



Abb. 642. Eine Schwebefliege (*Syrphus*). Nach Sack



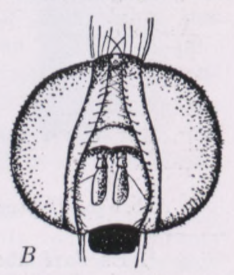


Abb. 643. Kopf (Vorderansicht): A von *Syrphus* (*Lasiopticus*) *pyrastri* L., B von *Nemoraea venusta* Meig. (Muscide). Nach Sack

vorgestreckt); das Endglied mit nackter oder behaarter Rückenborste (sehr selten mit Endgriffel). Thorax groß und stark, Schildchen groß. Abdomen mit 5—6 (selten 7) deutlichen Segmenten, in der Form sehr verschieden; meist auffallende Färbung und Zeichnung.

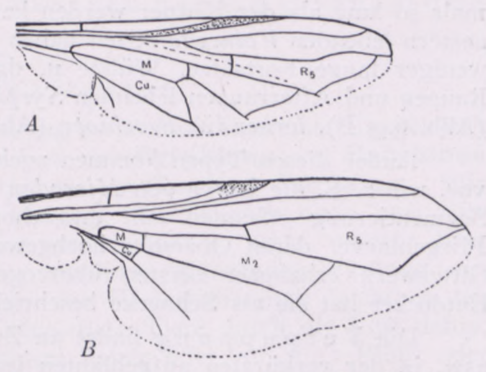


Abb. 644. Flügelgeäder A von *Syrphus* (punktierte Linie = vena spuria), B von *Musca*; *M* = Medialzelle, *Cu* = Cubitalzelle. Nach Sack

Die Larven sind entsprechend der sehr verschiedenartigen Lebensweise recht verschieden geformt, und es gibt wohl kaum eine andere Dipteren-Familie, die einen so außerordentlichen Formenreichtum aufweist. Im allgemeinen ist der Kopf stark reduziert, mit einem Paar kurzer Fühler. Die Haut ist zäh, lederartig; die Segmentierung (11 Segmente!) infolge der runzeligen Struktur wenig deutlich. Das Tracheensystem ist amphipneustisch; die vorderen Stigmen am 2. Segment, die Hinterstigmen nebeneinander liegend in der Mitte des letzten Segmentes, in eine Röhre oder einen Tubus von sehr verschiedener Länge ausmündend.

Man kann verschiedene Typen von Larven unterscheiden: Solche mit flacher Ventralseite, mit nach vorne mehr oder weniger stark verschmälertem Körper und nur ganz kurzem Hinterstigmentubus. Meist bunt gefärbt, grün, braun oder gefleckt; können ihre Körperform stark verändern, verlängern und verkürzen. Hierher gehören die Blattlausfresser (Abb. 645 A). Ferner solche mit zylindrischem, nicht nach vorn verjüngtem Körper und ebenfalls kurzen Stigmentuben, mit mehreren Paaren fleischiger Fortsätze am 11. Segment und Fiederborsten um die Hinterstigmen (manche Dungbewohner). Und sodann die mit einer mehr oder weniger langen Atemröhre versehenen Larven, wie die in Harzausflüssen lebenden *Chilosia*-Arten oder die in Schlamm- und Jauchepfützen usw. wohnenden „Rattenschwanzlarven“, deren Atemröhre mehr-

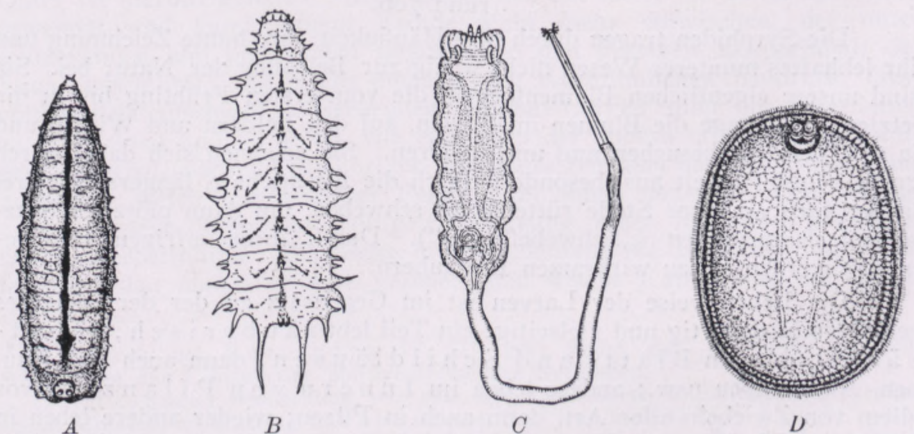


Abb. 645. Larven verschiedener Syrphiden. A *Syrphus spec.*, B *Syrphus tricinctus* Fall., C *Eristalis* (Rattenschwanzlarve), D *Microdon*. A, C u. D nach Sack, B nach Gäbler

mals so lang als der Körper werden kann (Abb. 645 C). Die in Hummelnestern lebenden *Volucella*-Arten haben an den Körpersegmenten mehr oder weniger lange Fortsätze, Wülste u. dgl.; dasselbe trifft für gewisse von Raupen und Afterraupen lebenden *Syrphus*-Arten zu, wie *S. tricinctus* Fall. (Abb. 645 B), ferner für *Brachiopa* (Abb. 648) u. a.

Außer diesen Typen kommen auch gänzlich andere aberrante Formen vor, wie z. B. die Larve von *Microdon* (Abb. 645 D), die keine Spur einer Segmentierung erkennen läßt und eher einer Schnecke gleicht als einer Fliegenlarve, deren Oberseite hochgewölbt mit einer harten, von einem Gitterwerk erhabener Leisten überzogenen Haut bedeckt ist (ihr erster Entdecker hat sie als Schnecke beschrieben).

Die Verpuppung findet an Zweigen oder im Boden, unter Rinde usw. in der verkürzten aufgeblähten lederartigen letzten Larvenhaut statt. Die Form des Tönnchens läßt in den Umrissen die Form der Larve erkennen; tropfenförmig bei den Syrphinen (Abb. 646 A), mit Schwanzanhang bei *Eristalis* (Abb. 646 B), halbkugelförmig bei *Microdon* usw. (Abb. 646 C). Beim Ausschlüpfen wird das Kopfende des Pupariums abgehoben, und zwar nicht mit Hilfe einer Stirnblase (wie bei den Schizophoren), sondern mit dem bei den Syrphiden vor dem Ausschlüpfen noch ausdehnungsfähigen Gesicht.

Die Familie der Syrphiden wird in eine Anzahl Unterfamilien mit zahlreichen Gattungen aufgeteilt, von denen hier nur einige wenige genannt seien. Die Zahl der bis heute beschriebenen Arten beträgt für die paläarktische Region rund 700.

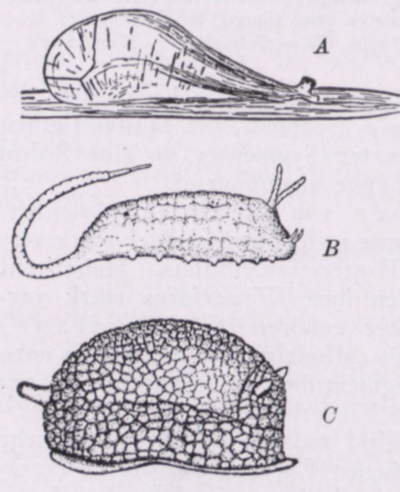


Abb. 646. Puppen von Syrphiden. A *Syrphus*, B *Eristalis*, C *Microdon*. Nach Sack

Die Syrphiden tragen durch ihre Häufigkeit, ihre bunte Zeichnung und ihr lebhaftes munteres Wesen nicht wenig zur Belebung der Natur bei. Sie sind unsere eigentlichen Blumenfliegen, die vom ersten Frühling bis in die letzten Herbsttage die Blumen im Garten, auf den Feldern und Wiesen und in den Wäldern besuchen und umschwirren. Sie zeichnen sich dabei durch große Flugfertigkeit aus, besonders durch die Eigenschaft, längere Zeit frei in der Luft an einer Stelle rüttelnd zu schweben, um dann plötzlich blitzschnell davonzueilen („Schwebefliegen"). Durch ihren eifrigen Blumenbesuch werden sie zu wirksamen Bestäubern.

Die Lebensweise der Larven ist im Gegensatz zu der der Imagines sehr verschiedenartig und vielseitig: ein Teil lebt räuberisch, hauptsächlich von Blatt- und Schildläusen, dann auch von Raupen, Afterraupen usw.; andere leben im Innern von Pflanzen, vor allem von Zwiebeln aller Art, dann auch in Pilzen; wieder andere leben in faulem Holz, in Harzausflüssen, an ausfließenden Pflanzensäften, unter Rinde oder in faulenden Flüssig-

keiten, oder aber auch in den Nestern der Ameisen, Hummeln usw.

Blattlausfresser

Diese haben in forstlicher Beziehung am meisten Interesse. Sie gehören in der Hauptsache den Unterfamilien der **Syrphinen** und **Bacchinen** mit den Gattungen *Paragus, Lasiopticus, Syrphus* und *Baccha* an. Wir folgen hier der lebendigen Schilderung, die Heymons von der Bionomie von *Syrphus (Lasiopticus) pyrastri* gibt [1]), einer unserer häufigsten Schwebefliegen, die an ihrer stahlblau glänzenden Färbung mit weißlichen mondförmigen Flecken an den Hinterleibsseiten leicht zu erkennen ist: „In lautlosem Flug schießen diese Tiere durch die Luft dahin, schweben einige Augenblicke über einem Zweig oder vor einer Blüte, oder lassen sich plötzlich auf ein Blatt nieder, um flink, wie sie kamen, ihr munteres Spiel zu erneuern. An trüben, rauhen Tagen ruhen sie aber träge und matt an einem Zweig oder Baumstamm. Das Weibchen legt seine Eier einzeln an Blätter, auf denen Blattläuse hausen. Die grünlichgrauen, braungefleckten Maden sind an dem mit zwei dunklen Mundhaken bewehrten Vorderende zugespitzt, am Hinterende, das zwei Luftlöcher trägt, dagegen breiter gebaut. Ihr Körper ist ungemein geschmeidig und dehnbar, sie können ihn bald lang ausstrecken, bald wieder stark zusammenziehen und machen von dieser Fähigkeit Gebrauch, um sich blutegelartig fortzubewegen. Hierbei halten sie sich mit den hinten befindlichen Fleischwarzen fest, das Vorderende sucht währenddessen weit ausgestreckt tastend und prüfend nach einem Halt und zieht, sobald ein Stützpunkt gefunden ist, den hinten wieder frei gemachten Körper nach. Man findet diese Schwebfliegenlarven gewöhnlich zwischen Blattläusen oder doch wenigstens in der Nähe von solchen. Wenn die *Syrphus*-Larve Hunger verspürt, so spießt sie einfach mit ihren Mundhaken eine Blattlaus auf, zieht dann, wie Meigen schildert, den Mundapparat in den ersten Leibesring und diesen in den zweiten zurück, so daß die unglückliche Laus in die so gebildete Vertiefung zu sitzen kommt wie ein Pfropf im Halse einer Flasche. Das Opfer ist hiermit gänzlich hilflos geworden, hat meist die Beine nach oben gewendet und kann seinem Feinde nicht mehr entwischen, der unter schluckenden und pumpenden Bewegungen den flüssigen Körperinhalt der Laus ausschlürft. Es macht einen höchst eigentümlichen Eindruck, diese vollkommen unschuldig aussehenden *Syrphus*-Larven unter den Blattläusen zu beobachten und zu sehen, wie eine nach der andern erbarmungslos aufgespießt wird, während die übrigen Blattläuse friedlich daneben sitzen, ohne zu ahnen, welch fürchterlicher Feind unter ihnen haust [2]). Eine einzige *Syrphus*-Larve kann den völligen Untergang einer blühenden Blattlauskolonie herbeiführen. Blattläuse bilden jedenfalls die Hauptnahrung. Gelegentlich hat man aber auch gesehen, daß weiche Käferlarven und Blatt-

---

[1]) Auch bei Ratzeburg (F. III. 176) findet sich eine sehr treffende Schilderung der Lebensweise blattlausfressender Syrphiden.

[2]) Réaumur beobachtete, wie eine Syrphiden Larve 20 Blattläuse in weniger als 20 Minuten verzehrte (Ratzeburg a. a. O.). Und nach Gäbler (1938) konnte eine rund 8,5 mm lange Larve von *Syrphus balteatus* an einem Tag rund 100 Blattläuse verzehren.

wespenlarven die Opfer gebildet haben [1]). Die ausgewachsene *Syrphus*-Larve wandelt sich in ein bräunliches oder grünliches Gehäuse von der Form eines fallenden Tropfens oder einer Träne um. In diesem harten Tönnchen entsteht dann die Puppe. Allmählich färbt sich das Gehäuse dunkler, von dem dicken Ende hebt sich ein kleiner Deckel ab, und die neugeborene Fliege kriecht hervor."

Inwieweit einzelne Syrphidenarten auf bestimmte Läuse spezialisiert sind, darüber ist noch wenig bekannt. Doch scheinen die meisten Arten wenig wählerisch in der Auswahl ihrer Beutetiere zu sein, soweit es sich um Arten mit ähnlicher Lebensweise handelt. So wurden z. B. die Larven des überall und auch als Blutlausfeind bekannten *Syrphus ribesii* L. zwischen Blattläusen an folgenden Pflanzen gefunden: *Prunus, Ribes, Achillea, Brassica oleracea, Rosa, Sambucus* und *Urtica;* und ähnliches wurde bei anderen Syrphiden festgestellt (Speyer 1935) [2]).

Wenn wir die starke Vermehrung der Syrphiden berücksichtigen [3]) — die Generation ist mehrfach, in Italien bis 7fach — und ihr großes Nahrungsbedürfnis, so müssen wir die blattlausfressenden Syrphiden zu den nützlichen, ja den sehr nützlichen Insekten zählen, die in der Vermehrungsbeschränkung der verschiedenen Pflanzenläuse eine bedeutsame Rolle spielen können. So berichtet z. B. Speyer, daß durch Syrphidenlarven ganze Äste vollkommen blutlausfrei gemacht werden können.

* * *

Außer den Blattlausfressern werden in der forstentomologischen Literatur noch verschiedene andere Syrphiden erwähnt:

In Harzausflüssen

Chilosia morio Pz. (Fichtenharzfliege)

W. Baer fand in den aus den Rändern von Schälwunden (Sommerschälung) herausquellenden Harzmassen neben den Raupen des Wicklers *Laspeyresia duplicana* (s. Bd. III, S. 370) oft noch, und zwar meist zahlreicher als diese, „eigentümliche, bis 17 mm lange, mit einem Stigmenrohr versehene Fliegenmaden". Die Zucht der letzteren ergab *Chilosia morio* Zett. [4]).

Später fand auch Trägårdh (1923) die gleiche Larve (Abb. 647) in Harzausflüssen verschiedener Art an Fichte (auch z. B. in den Harz-

---

[1]) Die Syrphide *Xanthandrus comtus* Harris wurde von H. D. Smith (1937) in Südfrankreich in Nestern von *Cnethocampa pinivora* Treit. (in einem Wald von Aleppokiefern) gefunden, wo sie deren Raupen aussaugte. In mehreren Nestern waren alle Raupen (eines der Nester enthielt 80 Raupen) durch die *Syrphus*-Larven getötet. Und nach Gäbler (1939) nährt sich die mit langen Körperanhängen versehene Larve von *Syrphus tricinctus* (Abb. 645 B) in der Hauptsache von den Larven der Fichtenblattwespe *(Lygaeonematus abietum,* s. oben S. 156).

[2]) Daß auch unterirdisch lebende Wurzelläuse nicht sicher sind vor den Angriffen der Syrphiden, geht aus einer Beobachtung von Wellenstein hervor, wonach als Feinde von Fichtenwurzelläusen die Larven von *Eriozoma syrphoides* Fall. angetroffen werden (persönliche Mitteilung von Dr. O. Engel).

[3]) In den Nadelholzbeständen Sachsens trat im Juni 1938 *Syrphus torvus* O. S. so massenhaft unter den Leimringen auf, daß das Forstpersonal beunruhigt wurde (Gäbler 1938).

[4]) Die Larven der meisten *Chilosia*-Arten leben in Harzausflüssen.

trichtern von *Dendroctonus).* Wahrscheinlich bevorzugt die Fliege zur Eiablage Rindenwunden, da die Larven an den Rindenrissen, die zur Bezeichnung an den Bäumen gemacht werden und aus denen Harz aussickert, oft in großer Zahl zu finden sind. Ob sie schädlich sind, hängt davon ab, ob sie an einer Verstärkung des Harzausflusses beteiligt sind; doch darüber wissen wir noch nichts.

Unter Rinde und an nässenden Wunden kranker Bäume

Brachyopa conica Pz., Xylota florum F. und Microdon

Ich fand in Brutknüppeln in Rüsselkäferfanggruben in den Gängen von *Hylobius*-Larven eine Anzahl Fliegenlarven, und zwar neben ausgesaugten *Hylobius*-Larven und Puppen und hielt deshalb die Fliegenmaden für *Hylobius*-Feinde. F. Eckstein hat die mit einem längeren Atemrohr versehene Larve beschrieben und abgebildet (Abb. 648 A) und sie in die Gattung *Brachyopa* gestellt. Trägårdh,

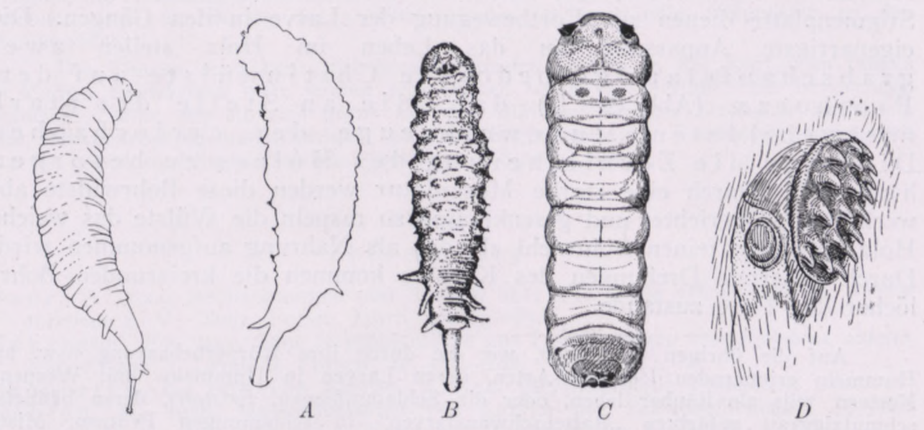


Abb. 647. Larve von *Chilosia morio* Zett. (seitliche Ansicht). Nach Trägårdh

Abb. 648. A und B Larve von *Brachyopa conica* Pz. seitliche Ansicht (Umriß) und Ventralseite (nach F. Eckstein); C Larve von *Temnostoma vespiforme* L., D einer der beiden Bohrwülste am Prothorax, die zur Zerkleinerung des Holzes dienen (nach Stammer)

der später die Larve in Schweden wiederfand, hat durch Zucht *Brachyopa conica* Pz. erhalten. Er hält aber nach den Mundteilen der Larve diese nicht für carnivor (worauf übrigens auch schon Eckstein hingewiesen hatte), sondern für saprophag. Nach Scholtz (Brauer S. 68) kommt die Larve der genannten *Brachyopa*-Art „an fließenden Bäumen" vor.

Trägårdh fand unter der Rinde der Fichtenknüppel noch eine andere Syrphiden-Larve, nämlich die von *Xylota florum* F., die ebenfalls als Detritusfresser aufgefaßt wird. Übrigens findet sich bei Brauer auch für *Xylota* die Angabe (nach Scholtz) „an fließenden Bäumen" (wie bei *Brachyopa*). Lundbeck nimmt auf Grund des Baues der Mundteile (Mangel von Mundhaken) an, daß die Nahrung der *Brachyopa*-Larven aus dem Saft oder den in diesem lebenden Microorganismen besteht.

Ganz geklärt scheint die Ernährungsweise der beiden Larven noch nicht zu sein; bezüglich der Ecksteinschen Larve *(Brachyopa conica)* ist immerhin der Fund ausgesaugter *Hylobius*-Larven neben den Maden zu beachten. In der älteren Literatur finden sich verschiedene Angaben noch über eine andere *Brachyopa*-Art, *Brachyopa bicolor:* von Roser fand deren Larven „an auslaufendem Saft einer Roßkastanie saugend", und Dufour an Ulmenstämmen und auch in den Gängen von *Cossus.*

Unter der Rinde alter Baumstümpfe kann man auch bisweilen die merkwürdigen schneckenartigen *Microdon*-Larven (Abb. 645 D) antreffen, die mit ihrer flachen Sohle

an Rinde und Holz angesogen haften und gewöhnlich in Nestern von Ameisen, die sich ihre Gänge in alten Baumstümpfen anlegen (*Formica*-Arten), zu finden sind. Sie werden wohl wegen ihrer eigenartigen skulptierten Rückenhaut von den Ameisen nicht als Tiere erkannt (zumal ihre Bewegungen nur äußerst langsam sind) und bleiben deshalb unbelästigt (Escherich).

In faulendem Holz

Stammer (1933) beschreibt eine sehr merkwürdige Syrphiden-Larve, die er in faulenden „ganz feuchten, brüchig-weichen" Birkenstämmen gefunden hat und die sich von allen anderen Syrphiden-Larven durch einige sehr auffallende Anpassungsmerkmale unterscheidet. Die Zucht der Larve ergab **Temnostoma vespiforme L.** Die Larve ist walzenförmig und läßt von der Dorsalseite nur 10 Körperringe erkennen (Abb. 648 C). Die Reduktion ist auf Verschmelzungen von Segmenten am Vorder- und Hinterende zurückzuführen. Zwei starke Chitinhaken am Rande der Stigmenplatte dienen zur Fortbewegung der Larve in den Gängen. Die eigenartigste Anpassung an das Leben im Holz stellen zwei grabschaufelartige bedornte Chitinwülste auf dem Prothorax (Abb. 648 D) dar, die an Stelle der stark rückgebildeten Mundwerkzeuge der cyclorhaphen Dipteren die Zerkleinerung des Holzes zu besorgen haben[1]). Durch eine starke Muskulatur werden diese Bohrwülste abwechselnd aufgerichtet und gesenkt, und so raspeln die Wülste das weiche Holz zu einem feinen Bohrmehl ab, das als Nahrung aufgenommen wird. Durch dauernde Drehungen des Körpers kommen die kreisrunden Bohrlöcher der Tiere zustande.

Auf die übrigen Syrphiden, wie die durch ihre Körperbehaarung usw. an Hummeln erinnernden *Volucella*-Arten, deren Larven in Hummeln- und Wespen-Nestern, teils als Räuber leben, oder die Schlammfliegen, *Eristalis*, deren häßliche schmutziggrau gefärbten „Rattenschwanzlarven" in schlammigen Pfützen, Mistjauche, Aborten usw. vorkommen, können wir hier nicht näher eingehen, ebensowenig auf die als landwirtschaftliche Schädlinge (in Zwiebeln usw.) in Betracht kommenden Syrphiden (*Eumerus*).

3. u. 4. Fam. Pipunculidae und Platypezidae



Abb. 649. Ein Pipunculide (*Pipunculus campestris* Ltr.) mit großem fast ganz von den Augen eingenommenen Kopf. Nach Döderlein

Die **Pipunculidae** (*Dorylaidae*)[2]) sind Zikaden-Parasiten und mögen deshalb hier kurz erwähnt werden. Sie stellen eine kleine Familie dar, deren Angehörige meist durch ihren außerordentlich großen Kopf auffallen, der fast ganz von den großen Fazettenaugen eingenommen ist („Augenfliegen") und der, auf einem langen, stielförmigen Hals sitzend, sehr beweglich ist (Abb. 649). Drittes Fühlerglied verschieden geformt, seitlich zusammengedrückt, oval oder nierenförmig, selten kreisrund, meist mehr nach unten verlängert; Fühlerborsten dorsal inseriert. Flügel bedeutend länger als das Abdomen. Weibchen mit einem großen hornigen Ovipositor.

[1]) Es dürfte kaum einen zweiten Fall unter den Insekten geben, wo die Nahrungszerkleinerung und Verarbeitung von derartigen abseits der Mundregion gelegenen Organen übernommen wird.

[2]) Lindner, E., *Dorylaidae (Pipunculidae)*. Die Fliegen der paläarktischen Region Bd. I. — Knowlton, G. F., 1936, *Pipunculidae*. Proc. Utah Acad. Sc. 13, 245—247. Provo, Utah. (R. appl. *25* [1937], 88.)

Die kleinen (2—4 mm) meist düster gefärbten Fliegen findet man über Blumen oder Gebüsch schwebend, oder auf Blättern sitzend. Mit Hilfe ihrer großen Augen auf beweglichem Kopf vermögen sie ihre Opfer, meist kleine Zikaden, auch wenn sie verborgen sitzen, zu entdecken, um in sie ihre Eier zu legen. Die flache, weißliche, nach vorne verjüngte, amphipneustische Larve entwickelt sich im Hinterleib der Zikade, deren Eingeweide sie allmählich ausfrißt. Wenn sie ausgewachsen ist, bricht der hohlgefressene Körper des Opfers zwischen Brust und Hinterleib auf und die Pipunculidenlarve kriecht hervor, um sich im Boden oder sonstwo zu verpuppen. Beim Schlüpfen werden von dem Tönnchen, das rötlich oder schwärzlich und mehr oder weniger oval ist, ein größerer und kleinerer dorsaler Teil durch eine kreisförmige Vertikalnaht abgesprengt.

Bei uns kommt dem Parasitismus der Pipunculiden keine größere wirtschaftliche Bedeutung zu, anders in Ländern, wo die Zikaden als starke Schädlinge auftreten.

Die **Platypezidae** *(Clythiidae)* [1]) endlich, die sich systematisch den Pipunculiden anschließen, bilden eine kleine Familie unansehnlicher kleiner Fliegen mit breiten Flügeln, die besonders durch die stark verbreiterten abgeflachten Hintertarsen gekennzeichnet sind; die Borste des 3. Fühlergliedes ist endständig (Gegensatz zu den Pipunculiden).

Die Fliegen schweben „mit herabhängenden Beinen in der Luft oder tanzen in kleinen Schwärmen oder rennen sehr schnell im Kreise herum". Sie bevorzugen schattige Plätze, wo sie sich gerne auf den Blättern niederer Sträucher aufhalten. Die flachgedrückten asselförmigen, an den Segmenten mit Fortsätzen versehenen Larven leben in Pilzen *(Boletus, Agaricus, Polyporus* usw.).

Literatur

über Aschiza

Baer, W., 1906, Beobachtungen und Studien über *Dioryctria splendidella* H. S. und *abietella* S. V. Thar. Forstl. Jahrb. *56*, 63—85.

Eckstein, Fr., 1920, Eine Syrphidenlarve aus Larvengängen von *Hylobius abietis*. Nat. Ztschr. f. Land- u. Forstw. *18*, 178—192.

Escherich, K., 1917, Die Ameise. 2. Aufl. (Myrmecophile Phoriden).

Gäbler, H., 1938, Massenauftreten von Larven der Schwebefliegenart *Syrphus torvus* O. S. (*topiarius* Mg.). Forstwiss. Zentralbl. *60*, 611—616.

— — 1939, Die Bedeutung der Larven von *Syrphus tricinctus* Fall. für die Vernichtung von Raupen und Afterraupen. Thar. Forstl. Jahrb. *90*.

Heymons, R., 1915, Schwebefliegen. Brehms Tierleben Bd. II, S. 335—337.

Krüger, F., 1926, Biologie und Morphologie einiger Syrphidenlarven. Z. Morph. Ökol. Tiere *6*, 83—149.

Lundbeck, W., 1922, Diptera Danica. Part VI. Kopenhagen.

Sack, P., 1930, Schwebefliegen oder Syrphiden. In: Die Tierwelt Deutschlands. Jena.

— — 1928/32, *Syrphidae*. In: E. Lindner, Die Fliegen der paläarktischen Region.

Smith, H. D., 1937, Le Syrphide *Xanthandrus comtus* Harris prédateur de la Chenille processionaire du Pin. — Bull. Soc. ent. France *41*, No. 20, S. 328—329.

Speyer, W., Syrphidenlarven als Blutlausfeinde. Nachr. Bl. f. d. dtsch. Pflanzenschutzdienst 1935.

Stammer, H. J., 1933. Die Metamorphose der Syrphide *Temnostoma vespiforme* L. und die eigenartigen Anpassungen der Larve an das Bohren im Holz. Z. Morph. Oekol. d. Tiere *26*, 437—446.

Trägårdh, I., 1923, Skogsentomologiska Bidrag II. 1. Grankadflugan (*Chilosia morio* Zett.). Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Häfte *20*.

— — 1931, Zwei forstentomologisch wichtige Fliegen. Ztschr. f. ang. Ent. *18*, 672—690.

Wasmann, E., 1894, Kritisches Verzeichnis der myrmekophilen und termitophilen Arthropoden. Berlin.

---

[1]) Lindner, E., *Clythiidae (Platypezidae)*. Die Fliegen der paläarktischen Region Bd. I.

2. Gruppe

Cyclorhapha Schizophora

Weitaus die meisten Dipteren gehören der Gruppe der Schizophoren an. Sie wird wieder in zwei Untergruppen geteilt: die Holometopa (oder Acalyptrata) und die Schizometopa (oder Calyptrata). Wenn auch eine wirklich vollwertige Grenze zwischen diesen beiden nicht existiert, so ist diese Trennung doch in fast allen dipterologischen Werken bis in die neueste Zeit festgehalten [1]). Die Gruppen werden in folgender Weise charakterisiert:

Holometopa (Acalyptrata): Vorwiegend kleinere oder kleine Tiere mit freiem Kopf und bei ♂ und ♀ getrennten Augen. Kopfbau holometop, d. h. die sklerotisierten Wangenplatten steigen am Augenrand nicht in die Vorderstirn auf und der Stirnstreifen, der von einem Auge zum anderen reicht, geht in die oben liegenden Scheitelplatten mit den oberen Orbitalborsten *(ors)* über (Abb. 650 A). Steigen aber die Wangenplatten (wie bei den Trypetiden oder den Agromyziden) in die Stirnorbiten auf, so sind sie meist unbeborstet oder die *ori* stehen immer mehr lateral als die *ors* (Abb. 651). Thorakal- und Flügelschüppchen fast immer klein und rudimentär. ♂ nie mit besonders großen Augen. Stigmen des Abdomens fast stets in der Bindehaut (nicht in den Tergiten) gelegen.

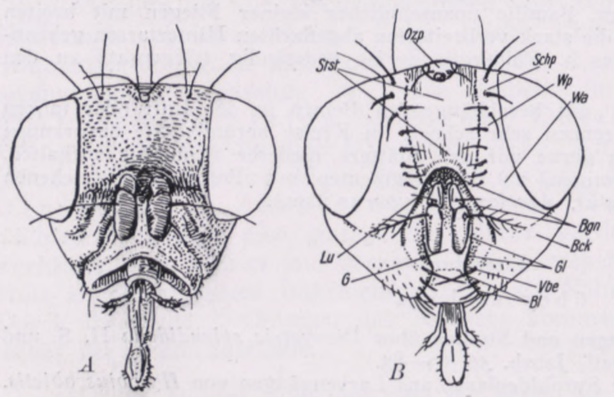


Abb. 650. Köpfe von: A einer holometopen, B einer schizometopen Diptere (Erklärung s. Abb. 509. S. 508)

Schizometopa (Calyptrata): Vorwiegend mittelgroße bis große Tiere mit freiem Kopf und beim ♂ meist stärker genäherten Augen. Kopfbau schizometop, d. h. Scheitel- und Wangenplatten sind zu einem zusammenhängenden Stück verwachsen, welches die ganzen inneren Augenränder einnimmt und die Stirnstrieme auf die Mitte der Stirn einschränkt. Wangenplatten an den inneren Rändern mit je einer Längsreihe einwärts gebogener unterer Orbitalborsten *(ori)* (Abb. 650 B). Thorakal- und Flügelschüppchen meist stark entwickelt. Stigmen des Abdomens in den chitinisierten Tergiten gelegen. Die formenreichste Dipterengruppe.

---

[1]) Nach Handlirsch (Handbuch 1925, S. 1009) „wäre es fast wünschenswert, diese Gruppen zu einer einzigen Familie zusammenzufassen, so daß jene in den Rang von Unterfamilien kämen. Handlirsch faßt aber, um nicht als radikaler Umstürzler gebrandmarkt zu werden, vorläufig die alten Acalyptraten als eine Familie auf, der er den Namen *Borboridae* gibt.

1. Untergruppe

Schizophora Holometopa (Acalyptrata)

Eine sehr arten- und gattungs-, bzw. familienreiche Gruppe kleinerer bis kleinster Fliegen, die eine überaus mannigfaltige Lebensweise führen. Die Larven leben teils parasitisch oder räuberisch, teils in faulenden Substanzen, Dung usw., teils aber auch in lebenden Pflanzen, wodurch sie sehr schädlich werden können. Von den letzteren gehören einige zu den schlimmsten landwirtschaftlichen Schädlingen, wie die Trypetiden oder Bohrfliegen (Kirsch-, Oliven-, Spargelfliege usw.), die Psiliden (Möhrenfliege), die Chloropiden (Fritfliege, Halmfliege usw.) und andere mehr. Unter den letzteren kommen auch einige Arten vor, die durch massenhaftes Auftreten in Wohnräumen recht lästig werden können (s. unten S. 651).

In forstlicher Beziehung kommt den Holometopen weit weniger Interesse zu als in landwirtschaftlicher: Es kommen in der Hauptsache einige Minierfliegen oder Agromyziden in Frage, deren Larven als Kambium-Minierer in verschiedenen Forstpflanzen leben. Daneben sind noch einige wenige Arten aus anderen Familien forstlich beachtenswert, die entweder durch Zerstören von Coniferensamen schädlich oder aber durch ihre räuberische oder parasitische Lebensweise nützlich werden können.

Im Hinblick auf die geringe Zahl der forstlich beachtenswerten Arten verzichten wir auf eine systematische Übersicht der zahlreichen Holometopen-Familien und beschränken uns hier hauptsächlich auf die wenigen Gattungen, deren Arten in der forstentomologischen Literatur erwähnt sind und die sich forstlich in folgenden Richtungen bemerkbar machen:

1. Kambium-Minierer. — Die Larven fressen im Kambium lange Gänge und verursachen dadurch die „Braunfleckigkeit" des Holzes (bei Birke, Weide, Pappel, Erle, Eberesche u. a.) (S. 638).
   Dizygomyza Hend. *(Agromyzidae)*
2. Samenschädlinge. — Die Larven leben in Coniferen- (Tannen-) Zapfen und werden durch Zerstören der Samen schädlich (S. 645).
   Lonchaea Fall. *(Lonchaeidae)*
3. Räuber (Nützlinge). — Die Larven sind carnivor und nähren sich von anderen Insekten (S. 647).
   a) Blatt- und Schildlausfresser.
      Leucopis Mg. *(Chamaemyiidae)*
   b) Räuber von Borkenkäferlarven und anderen Larven.
      Lonchaea Fall. und Palloptera Fall. *(Lonchaeidae)*

Anhang (S. 651):

Lästig durch Masseneinwanderung in Wohnräume . Chloropidae
Parasiten bei Wespen, Hummeln, Heuschrecken . . . Conopidae
Parasiten an Vögeln . . . . . Carnidae, Neottiphilidae

1. Kambium-Minierer [1]

Agromyzidae

Die Larven der Kambium-Minierer verursachen die unter den Bezeichnungen „Markflecke“, „Braunketten“, „Braunfleckigkeit“, „Zellgänge“ usw. bekannten Erscheinungen im Holz verschiedener Baumarten (Birke, Weide, Pappel, Erle u. a.). Während die Botaniker [2]) schon seit langem diesen eigenartigen Flecken, die auf Querschnitten von Laubhölzern jahrringsweise auftreten, ihr Interesse zugewandt haben (Hartig, Kienitz, v. Tubeuf), hat sich die Forstentomologie erst in der letzten Zeit eingehender mit ihnen befaßt. Einzig ist es wieder Ratzeburg (W. II. 228), der früher sich kurz mit den „Braunketten“ beschäftigt. Er erhielt aus Petersburg braunfleckige Birkenstücke zugesandt mit der Bemerkung des Einsenders (Bode), daß wohl Insekten dabei im Spiele seien. Die beiliegende Larve schrieb Ratzeburg einer *Tipula* zu, die er *T. suspecta* nannte; doch er glaubte nicht recht daran, daß diese die Verursacherin der Flecken sei. „Erst Kienitz (1883) vermag als erster zu erweisen, daß die Braunflecke („Markflecke“) wirklich durch Larvengänge verursacht sind und führt aus, daß die Larve offenbar eine Dipteren-Larve sei. Kienitz fand jene Larven unter der Rinde von *Betula-, Salix-* und *Sorbus*-Arten in der Kambiumschicht, war aber nicht imstande, sie zu Imagines zu entwickeln. Docht besteht der größte Wert der Untersuchungen von Kienitz darin, daß er nachwies, wie jene eigentümlichen Zellbildungen, die Braunflecke, im Holz aus einem Zellgewebe entstehen, das sich hinterher in den Larvengängen bildet. Danach hat v. Tubeuf (1897) mit seinen Untersuchungen die von Kienitz gewonnenen Ergebnisse bestätigt, doch auch ihm gelang es nicht, die in der Birke aufgefundenen Larven zu Imagines zu entwickeln. Diese Untersuchungen scheinen allerdings recht wenig Beachtung gefunden zu haben, jedenfalls scheinen sie den Forstentomologen überhaupt entgangen zu sein, nur Boas (1898) erwähnt in seinem Handbuch „Dansk Forstzoologi“ die Braunflecke, zu denen er eine Skizze bringt.

Des weiteren hat Nielsen (1905, 1906) die Frage der Braunflecke recht gründlich untersucht, und zwar vornehmlich von der entomologischen Seite. Auch er fand an Erle, Birke, Weide usw. Dipterenlarven als Kambium-Minierer, doch gelang es auch ihm nicht, sie zu Imagines zu ziehen. Allerdings glaubte er in den Fliegen aus Puppen, die er in Wurzeln von Grauerlen gefunden hatte und die er als *Agromyza carbonaria* Zett. bestimmte, die Imagines der Kambium-Minierer gefunden zu haben, was aber Hendel bezweifelt.

Der erste, dem es in Europa gelang, die Larve, die die Braunfleckigkeit erzeugt, zur Imago zu erziehen, ist de Meijere (1925). Auch er

[1]) Als Blattminierer sei Phytomyza ilicis Curt. kurz erwähnt, dessen Larve in den Blättern von Ilex große Platzminen macht, die über den Mittelnerv hinweggehen können. Die Art, die in Europa sehr häufig ist, wurde nach Nordamerika eingeschleppt, wo sie in Kulturen großen Schaden macht. Man sucht sie dort durch Einführung von bei uns häufigen Parasiten (Eulophiden und Pteromaliden) zu bekämpfen (Cameron, E., 1939, The Holly Leaf-Miner, *Phytomyza ilicis* Curt., and its Parasites. Bull. Ent. Res. 30, 173—208).

[2]) Ich folge hier in der Hauptsache der historischen Einleitung von Kangas (1935).

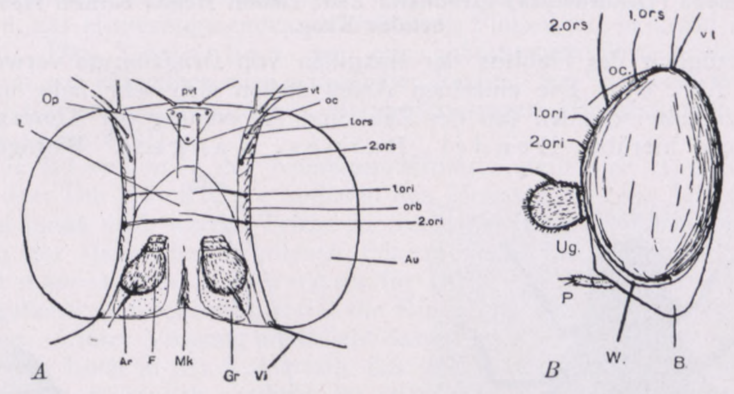


Abb. 651. Kopf einer Agromyzide: A von vorne, B in Seitenansicht. Au = Auge, B = Backen, L = Lunula, Op = Ozellenplatte, Orb = Orbitenhärchen, ori = untere Orbitalborsten, ors = obere Orbitalborsten, pvt = Postvertikalborsten, vi = innere Vertikalborste, P = Palpen, Ar = Arista, F = Fühler, Mk = Gesichtsmittelkiel, Gr = Fühlergruben, Ug = Untergesicht, Vi = Vibrisse, W = Wangen. Nach Hering

hält die betreffende Art für *Agromyza carbonaria* Zett., doch hat Hendel (1931) sie als eine neue Art (*cambii* Hend.) beschrieben [1]). Später hat Barnes (1933) in England eine im Kambium der Weide minierende Larve zu einer Imago gezüchtet, die von Hendel als *Agromyza barnesi* beschrieben wurde. Ferner hat Kangas (1935) aus Birken-Minierern Imagines gezogen, die er als *Agromyza betulae* n. sp. beschreibt, und endlich hat Schimitschek (1935) sich mehrfach mit den Kambium-Minierern an Weiden (*cambii* Hend.) und Pappeln beschäftigt und unsere biologischen Kenntnisse darüber erweitert.

Systematisch gehören die Kambium-Minierer in die Familie der Agromyzidae, und zwar in die Gattung Dizygomyza Hend.

Die Agromyzidae nehmen mit den ihnen nahestehenden Trypetiden (Bohrfliegen) und einigen wenigen anderen Familien eine Ausnahmestellung unter den Holometopen ein, insofern als bei ihnen die Wangenplatten auf der Stirne und mit ihnen *ori* vorhanden sind, wobei aber die letzteren (im Gegensatz zu den Schizometopen) immer weiter lateral als die *ors* stehen (Abb. 651). Ein besonders auffallendes Merkmal ist der dem 7. Abdominalsegment entsprechende stark chitinisierte Tubus des ♀, in dem in der Ruhe das 8. und 9. Segment (Ovipositor) eingezogen ist (Abb. 652). Bezüglich der weiteren Merkmale ist auf die Bearbeitung der Agromyziden von Hering (1927) und Hendel (1931) zu verweisen, ebenso bezüglich der Charakterisierung der Gattung *Dizygomyza*.

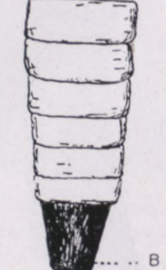


Abb. 652. Hinterleib des ♀ einer Agromyzine. B = Basalglied des Ovipositors. Nach Hering

Die meisten Agromyziden sind Blattminierer, nur einige sind Kambium-Minierer. Für die letzteren hat Hendel eine besondere Untergattung, Dendromyza, aufgestellt. Bis jetzt sind folgende Arten als Kambium-Minierer bekannt:

[1]) In Amerika ist es schon 10 Jahre früher gelungen, die Imagines aus den Kambium minierenden Larven zu erziehen (ebenfalls zu *Agromyza* gehörend).

Dizygomyza (Dendromyza) carbonaria Zett., cambii Hend., barnesi Hend. und betulae Kang.

Bezüglich des Habitus der Imagines von *Dendromyza* verweise ich auf die Abb. 653. Die einzelnen Arten stehen sich sehr nahe und sind schwer zu unterscheiden (an der Zahl und Anordnung der Thoraxborsten usw., siehe hierüber Hendel, Barnes, Kangas). Biologisch bedeutungsvoll ist die Legeröhre, die zum Durchbohren der Epidermis eingerichtet ist und die in der Ruhe in den eigenartigen Basalkonus zurückgezogen wird (Abb. 652).



Abb. 653. *Dizygomyza barnesi* Hendel. 10/1 nat. Gr. Nach Barnes

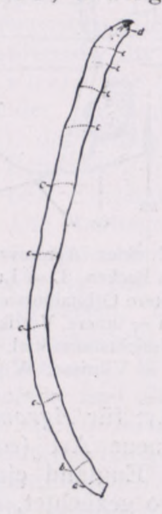


Abb. 654. Larve von *Dizygomyza barnesi* Hendel. (6/1). a, b, c, d, Reihe von kleinen Cuticularfortsätzen. Nach Barnes



Abb. 655. Puppe von *Dizygomyza barnesi* Hendel (rd. 14/1 nat. Gr.) Nach Barnes



Abb. 656. Untere Stammstücke entrindeter Birken mit zahlreichen Larvengängen der Braunfleckfliege *Dizygomyza betulae* Kang. Nach v. Tubeuf

Besonderer Erwähnung bedürfen die Larven, die bei den Kambium-Minierern drahtförmig schlank sind (Abb. 654) und 15—30 mm lang werden können bei einer Dicke von 1 mm. Meist sind sie weißlich oder heller oder dunkler gelblich gefärbt, die Haut mit feinen Warzen und Dörnchen besetzt, die nach hinten gerichtet sind und lokomotorische Funktion besitzen. Am Kopf fallen zwei schwarze Mundhaken auf, die meist verschieden groß sind. Das Tracheensystem ist wenigstens in den beiden

letzten Stadien amphipneustisch, Vorderstigmen mit 9—12 sitzenden Knospen, das Hinterstigmenpaar mündet in 3 Platten mit je einem schmalen Spalt[1]). Das Tönnchen ist ein charakteristisches Cyclorhaphen-Puparium von hellgelber oder ockergelber Farbe. Am Vorderende die Prothorakalstigmen, am Hinterende die dreiknospigen Hinterstigmen deutlich sichtbar (Abb. 655).

Die Bionomie der Kambium-Minierer stellt sich etwa folgendermaßen dar: Die Eiablage findet in den Monaten Mai bis Juli statt, und zwar an junge noch weiche Triebe in einem gewissen Abstand vom Boden, je nach der Höhe der befallenen Pflanze (Schimitschek gibt für Weiden 0,50—1,50 m an, Kangas für Birke bis 4—5 m)[2]). Mit Hilfe des Legebohrers durchbohrt das ♀ die Rinde, um dann ein Ei durchtreten zu lassen. Dieser Vorgang wird bald darauf an anderen Stellen wiederholt. Ein kleines Loch in der Epidermis, das sich später, wenn die kleine Larve sich einbohrt, bräunlich verfärbt, ist alles, was die Infektion anzeigt. Die Larve begibt sich sogleich auf die Fraßwanderung, die in der jüngsten Splint- und zum Teil in der Kambialzone (selten in der Rinde) stattfindet, und zwar regelmäßig stammabwärts. Ihre Wanderung ist verhältnismäßig rasch, so betrug nach Kangas die Länge der Gänge von 2 Wochen alten Larven



Abb. 657. Frische Larvengänge von *Dizygomyza cambii* Hend. an Salix viminalis. Nach Schimitschek



Abb. 658. Schwarzpappel mit alten überwallten Larvengängen einer *Dizygomyza spec.* Nach Schimitschek

[1]) Nach Nielsen sollen die verschiedenen Stadien der Larven beträchtlich voneinander abweichen, während sie nach den anderen Autoren nur ganz unwesentliche Veränderungen zeigen. Da die Nielsenschen Larven von verschiedenen Holzarten stammten, so ist es wahrscheinlich, daß es sich um mehrere verschiedene *Dendromyza*-Arten handelte.

[2]) v. Tubeuf (1908) fand bei Birken noch in 10 m Höhe Markflecken auf Querschnitten.

von *Dendromyza betulae* bereits 1³/₄—2 m. Die Gänge verlaufen zunächst ziemlich gerade oder mehr oder weniger geschlängelt, können aber auch besonders gegen das untere Ende zu mehrmals umkehren und unter Schlingenbildung kleine Strecken weit wieder aufwärts ziehen (Abb. 656—658). Der Verlauf der Gänge hängt von der Größe und Beschaffenheit des Baumes ab; ist die Larve bei der Ankunft an der Basis des Stammes noch nicht ausgewachsen, so muß sie eben durch Schlingenbildung usw. sich noch die nötige Nahrung verschaffen. Die Larve kann bei ihrer Wanderung bis in den Wurzelhals gelangen. Die Ernährung geschieht durch Abschaben und Abfressen der Zellen (mit Hilfe der Mundhaken). Die Larvengänge verbreitern sich mit zunehmender Länge im Verhältnis viel mehr als es dem Wachstum der Larve entsprechen würde, da diese im älteren Stadium ihren Gang breiter ausfrißt; daher ist auch die Wandergeschwindigkeit der älteren Larven geringer als die der jungen.

Ist die Larve ausgewachsen, so bohrt sie sich durch die Rinde durch, um sich zur Verpuppung auf den Boden fallen zu lassen (das Ausgangsloch ist als eine längliche, etwa 1 mm lange Öffnung zu erkennen). Dort bettet sie sich in der obersten Bodenschicht ein, wo nach kurzer Zeit (etwa 2 Tagen) die Verpuppung bzw. die Tönnchenbildung erfolgt. Die Puppe überwintert, das Schlüpfen erfolgt im nächsten Frühjahr oder Sommer.

Die Generation ist also einjährig, wobei etwa 1—2 Wochen auf das Eistadium, 6—8 Wochen auf das Larvenstadium und die übrige Zeit (etwa 10 Monate) auf die Puppe entfallen. Jahreszeitlich können die einzelnen Entwicklungsstadien in verschiedene Monate fallen, was wahrscheinlich auch auf spezifischen Unterschieden beruht.

Als Folgen der Miniergänge entsteht die Braunfleckigkeit[1]) des Holzes („Markflecke", „Braunketten"), die auf folgende Weise zustande kommt: „Die den Wundrand durchbrechenden Zellen wachsen schnell und teilen sich weiter durch zarte Querwände; gleichzeitig findet eine vollständige Schließung des kambialen Ringes statt, und von nun an wird wieder normales Holz und normale Rinde über die Wundfläche gebildet, während ganz unabhängig von dem neuen Kambium der Hohlraum durch die Zellwucherungen geschlossen wird" (Kienitz). Die geschlossenen und überwallten alten Fraßgänge sind braun; im Längsschnitt erscheinen sie als braune, geschlängelte Gänge bzw. Bänder, im Querschnitt als linsen- oder halbmondförmige, braune, zerstreut liegende und scharf umgrenzte Stellen (Abb. 659 u. 660). Die Braunfärbung rührt von dem spärlichen Kot und wohl auch von den angebissenen Zellen her. Die neuen Zellen, die die Gänge ausfüllen, werden meist aus Markstrahlzellen der Rinde (Tubeuf 1908), seltener des Holzes gebildet (Schimitschek).

Vorkommen und Verbreitung. — Die Kambium-Minierer scheinen über ganz Europa verbreitet und vor allem in Mittel- und Nordeuropa häufig zu sein. Ist doch die Braunfleckigkeit für nordische Birken geradezu charakteristisch. In Südfinnland hat sich bei zwei verschiedenen Sammlungen an verschiedenen Orten ein 100prozent. Befall ergeben

[1]) Kangas hat die Bezeichnung „Braunfleckigkeit" vorgeschlagen, da die Flecken mit der Markbildung gar nichts zu tun haben.

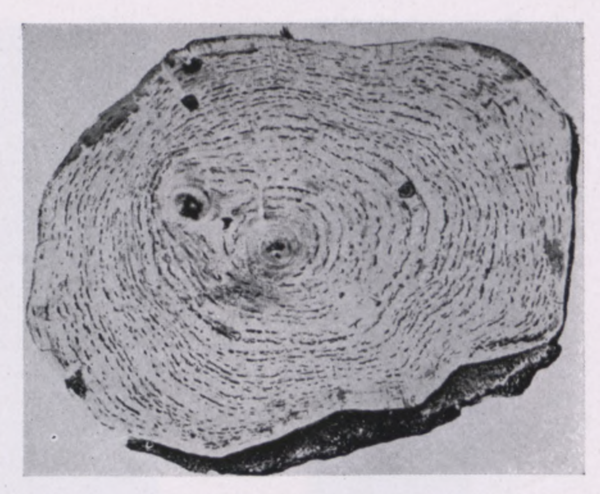


Abb. 659. Braunflecken auf der Querschnittfläche eines Birkenstammes. Nach v. Tubeuf

(Kangas). Wenn auch weder der Standort noch die Beschaffenheit und das Alter der Bäume einen ausschlaggebenden absoluten Einfluß auf das Vorkommen der Kambium-Minierer hat, so scheint dies doch in bezug auf die Häufigkeit der Fall zu sein. So scheint nach v. Tubeuf der Moorboden für die Entwicklung des Insektes sehr günstig zu sein; das Gleiche berichtet Kangas. „In Birken magerer und trockener Böden ist die Braunfleckigkeit offenbar seltener.“ Ebenso scheinen auch die Lichtverhältnisse des Bestandes nicht ohne Einfluß zu sein, und zwar in der Weise, daß „die Braunfleckigkeit in lichten Wäldern häufiger und reichlicher als in schattigen Beständen auftritt“.

Was die Baumarten betrifft, in denen Kambium-Minierer gefunden wurden, so sind bis jetzt folgende festgestellt worden: Birke *(Betula verrucosa* und *pubescens),* Erle *(Alnus glutinosa* und *incana),* Weide *(Salix viminalis, americana, triandra, purpurea, caprea),* Pappel (Schwarz- und Kanadapappel), Eberesche, Hasel, mehrere *Sorbus*-Arten, ferner *Crataegus oxyacantha* und *monogyna* und einige *Prunus*-Arten. Welche *Dendromyza*-Arten in den verschiedenen Pflanzen leben, darüber herrscht noch keine volle Klarheit; von Birke ist *D. betulae* beschrieben, von Weiden *D. cambii* und *barnesi.* Wahrscheinlich kommen viel mehr Arten von *Dendromyza* in Frage als wir bis jetzt kennen, und es ist wohl anzunehmen, daß die verschiedenen Pflanzenarten teilweise auch von verschiedenen Arten von Kambium-Minierern befallen werden. So gibt es hier noch manche Entdeckung zu machen.

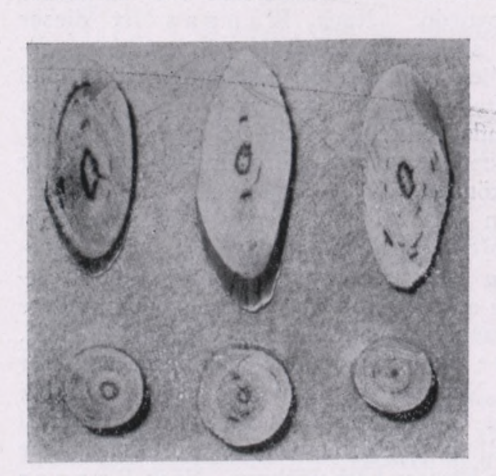


Abb. 660. Querschnitt durch *Salix viminalis* mit den vom Fraß der Larven von *Dizygomyza cambii* Hend. herrührenden Braunflecken. Nach Schimitschek

Als Feinde der Kambium-Minierer sind von Barnes und Kangas verschiedene Schlupfwespen festgestellt worden; vor allem kommen zwei Braconiden, *Sympha ringens* Hal. und *hians* Nees., in Frage, von denen

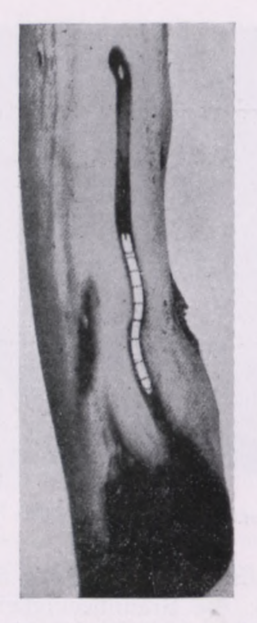


Abb. 661. Stück eines geschälten Weidenstammes mit Larvengängen von *Dizygomyza barnesi* Hend., in welchem zwei kleine weiße Kokons von *Profeltiella dizygomyzae* Barnes zu sehen sind. Um die Größenverhältnisse zu zeigen, ist eine *Dizygomyza*-Larve eingezeichnet. Schwach vergrößert. Nach Barnes



Abb. 662. Ein Stück eines aus braunfleckigem Birkenholz hergestellten Furniers. Nach Kangas

die erstere sowohl aus *Dendromyza barnesi* in England als auch aus *D. betulae* in Finnland gezogen wurde. Nach Kangas ist dieser Parasit in Finnland stellenweise so häufig, daß $^2/_3$ der ganzen gesammelten Puppenmenge davon befallen sein können. „Möglich ist es, daß es gerade der Wirkung dieser Parasiten zugeschrieben werden kann, daß in bestimmten Jahresringen die Braunflecke sehr reichlich vertreten sind, während sie dagegen in den dazwischen gelegenen Jahresringen sehr wenig vorkommen oder auch ganz fehlen können."

Ob auch die von Barnes in den Minengängen von *D. betulae* in Birken gefundenen Gallmücken *(Profeltiella dizygomyzae* Barn.) als Parasiten bzw. Räuber der Fliegenlarven anzusehen sind, ist noch nicht festgestellt (Abb. 661). Doch liegt eine solche Annahme nahe, da eine andere *Profeltiella*-Art *(ranunculi* Kieff.) carnivor von anderen Gallmücken lebt.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Kambium-Minierer ist bis jetzt unterschätzt worden. Nach Schimitschek werden bei Weiden durch die Verfärbung der Gänge, die beim geschälten Material deutlich sichtbar sind, recht empfindliche Qualitätsverluste verursacht, die eine wesentliche Beeinträchtigung des Preises herbeiführen. Nach Barnes werden die Ruten durch die Miniergänge geschwächt und vor allem die unteren dicken Enden unbrauchbar für den Korbflechter; außerdem stellen sich in den Wunden häufig pathogene Pilze und andere Insekten ein, die

den Schaden vermehren durch Bildung größerer Hohlräume, Krebsgeschwülste usw.[1]).

Auch die Schäden der Kambium-Minierfliege an Pappeln (um welche Art es sich dabei handelt, ist noch nicht festgestellt) sind wirtschaftlich nicht gleichgültig. Die Gänge im Kambium „führen eine wesentliche Verschlechterung der Holzqualität herbei, insbesondere bei Schleifholz und Schälholz“ (Schimitschek). Und nach Kangas sind in letzter Zeit „die durch die Braunfleckigkeit (der Birken) verursachten Beeinträchtigungen auch in der Furnier- und Möbelindustrie (Abb. 662) hervorgetreten“.

Eine Bekämpfung ist schwierig. Das Ei ist unter der Rinde geschützt, ebenso fast das ganze Larvenstadium. Dieses ist nur im letzten Stadium, wenn sich die Larve durch die Rinde ausbohrt und sich in den Boden zur Verpuppung begibt, angreifbar, doch ist diese Periode nur sehr kurz. So wäre eventuell daran zu denken, die Bekämpfung gegen das Puppenstadium, das ja 8—10 Monate dauert, zu richten.

Literatur

über Agromyziden („Braunfleckigkeit“ der Hölzer)

Barnes, H. F., 1933, A cambium miner of basket willows *(Agromyzidae)* and its inquiline gall midge *(Cecidomyidae)*. Ann. Appl. Biol. *20*, 498—519.

— — 1934, Another basket-willow pest. Journ. Min. Agric. *40*, 923—925.

Escherich, K., 1938, Die Braunfleckigkeit der Laubhölzer und ihre Erreger. Forstw Ctrlbl. *60*, 693—703.

Hendel, Fr., 1931, *Agromyzidae*. In: Lindner, E., Die Fliegen der paläarktischen Region.

Hering, M., 1927, *Agromyzidae*. In: Die Tierwelt Deutschlands usw. 6. Teil.

Kangas, E., 1935, Die Braunfleckigkeit des Birkenholzes und ihr Urheber *Dendromyza (Dizygomyza) betulae* n. sp. Com. Inst. Forest. Fenniae *22*, 1.

— — 1937, Über die Braunfleckigkeit der Laubhölzer. Ann. Entom. Fennici *3*, 1937.

Kienitz, M., 1883, Die Entstehung der „Markflecke“. Bot. Centrbl. *14*, 21—26 u. 56—61.

Meijere, de, 1925, Die Larven der Agromyziden. Tijdskr. voor Entom. *68*, 195—302.

Nielsen, J. G., 1905, Über die Entwicklung von *Agromyza carbonaria* Zett. als Urheber der „Markflecken“. Zool. Anz. *29*.

— — 1906, Zoologische Studien über die Markflecke. Zool. Jahrb. Abt. Syst. *23*, 725—738, Taf. 30.

Schimitschek, E., 1935, *Dendromyza*-Larven als Korbweidenschädlinge. *Dendromyza cambii* Hendel *(Agromyzidae)*: Die Weiden-Kambium-Minierfliege. Anz. f. Schädlingskunde *11*, 121—126.

— — 1936 a, Forstschädlingsauftreten in Österreich 1934 u. 1935. Centrbl. f. d. ges. Forstw. 113—115.

— — 1936 b, Schädlinge und Schädlingsbekämpfung im Ausschlagwald. Wien. Allg. Forst- u. Jagdztg. Nr. 23 u. 24.

Tubeuf, C. von, 1897, Die Zellgänge der Birke und anderer Laubhölzer. Forstl.-naturw. Ztschr. *6*.

— — 1908, Über die Zellgänge der Birke und anderer Laubhölzer. Nat. Zeit. f. Forst- u. Landw. *6*, 235—241.

2. Samenschädlinge

Lonchaea viridana Meig.

Die Lonchaeiden gehören in die Gruppe der Holometopen, deren Costa vor der Mündung von *sc* oder *r* unterbrochen ist (Abb. 663). Es sind meist kleine

[1]) Durch Aufsuchen krebsiger Weidenruten kann man nach Barnes am ehesten die Anwesenheit von Kambium-Minierern entdecken.

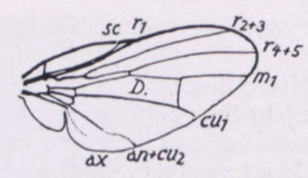


Abb. 663. Flügelgeäder einer Lonchaeide. Nach Enderlein

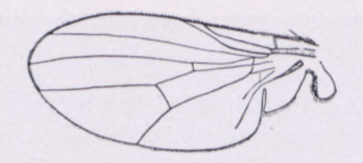


Abb. 664. Flügelgeäder einer Chamaemyide (*Leucopis*). Nach Trägårdh

glänzende, metallisch schwarzblaue oder schwarzgrüne Fliegen von gedrungener Körperform (s. Abb. 668); beim ♀ mit deutlich vorstehender Legeröhre. In der Lebensweise zeigen sie große Verschiedenheiten; neben ausgesprochenen phytophagen Arten[1]) kommen sapro- und coprophage und carnivore Arten vor.

Lonch. viridana Mg. ist schwarz mit grünem Glanz; alle Füße an der Wurzel gelb, Stirn mattschwarz, Flügel glashell. Die Larve rund 8 mm lang, gelblichweiß, im mittleren Teil angedunkelt; gestreckt walzig, nach vorne verjüngt; letzter Hinterleibsring abgestutzt; Mundhaken schwarz durchschimmernd. Mit Sprungvermögen. Tönnchen braun, rund 4 mm lang, 1 mm dick.

Cecconi, später Seitner (1925), Kozikowski und Kuntze (1936) haben diese Fliege als Samenschädling an Tanne festgestellt. Seitner gibt folgende Schilderung von der Lebensweise: „Als sicher ist anzunehmen, daß die im Mai vor sich gehende Eiablage nahe der Zapfenspitze erfolgt und daß sich die Lärvchen aktiv in den Zapfen einbohren. Der Fraß der Larven innerhalb des Zapfens schreitet nunmehr von dessen Spitze nach seiner Basis längs der Zapfenspindel allmählich fort, hierbei die Samenanlagen unter Schonung der Spindel und der Zapfenschuppen nacheinander ausfressend und zerstörend. Es kommt vor, daß ein oder das andere Samenkorn übergangen wird, es bleibt aber trotzdem nicht entwicklungsfähig und trocknet ein. Das Fortschreiten des Fraßes von oben nach abwärts hat zur Folge, daß die zu allerletzt befallenen Samen im unteren Zapfenteil, die noch von Larven bewohnt sind oder eben erst von diesen verlassen worden sind, von außen noch ihre normale violette Färbung und scheinbar unveränderte Fülle aufweisen, während die zuerst befallenen des oberen Teiles im gleichen Zeitpunkte schon mißfarbig braun, weich und zerfallen erscheinen und in ihrem Innern Reste einer gallertartigen Masse aufweisen.“ Die Verpuppung erfolgt zum Teil im Zapfen, zum größten Teil aber im Boden. Wie stark die Zerstörungen werden können, geht aus den beigefügten Protokollen hervor; so waren z. B. in einem Tannenzapfen mit 126 Schuppen und 252 Samenanlagen 50 Larven enthalten, die sämtliche Samenanlagen angefressen und zerstört haben (die oberen zuerst angegriffenen Samen waren eingeschrumpft, matt dunkelbraun, harzarm).

Die wirtschaftliche Bedeutung der *Lonchaea viridis* kann im Hinblick auf die Häufigkeit eine sehr beachtenswerte werden, ist aber wegen des vorzeitigen Zapfenzerfalls eine nur wenig in die Augen springende. „Sie wird sich in Blüte-, bzw. Samenjahren um so bemerkbarer machen, wenn wegen eingetretener Spätfröste die hergenommenen Blütenansätze einen entsprechend verminderten Zapfenstand hervorbringen, der

[1]) Von den phytophagen Arten leben manche in den Stengeln und anderen Teilen von *Angelica, Carduus, Cirsium* usw., andere erzeugen Gallen an Gramineen; eine Art (*L. aristella* Beck.) ist primärer Feigenschädling.

nunmehr, von der Fliege um so konzentrierter befallen, den in ihn gesetzten Erwartungen keineswegs entsprechen kann."

3. Räuberische Arten (Nützlinge)

a) Blatt- und Schildlausfresser

Gattung Leucopis Mg. (Fam. Chamaemyiidae)

Die Chamaemyiden *(Ochthiphilidae)* oder „Blattlausfliegen", denen die Gattung Leucopis Mg. angehört, stellen eine kleine Familie mit nur wenig Gattungen und Arten dar.

Die Familie gehört in die Gruppe der Holometopen, bei der die Costa an keiner Stelle unterbrochen ist. Taster gut entwickelt; Schienen ungedornt. Analis *(an)* fast fehlend (Abb. 664).

Die Gattung Leucopis Mg. enthält kleine, weißgrau bestäubte Arten, welche sich bisweilen durch schwärzliche runde Flecke am Abdomen auszeichnen. Kopf (Abb. 665) halbrund, hinten etwas konkav; Untergesicht kurz, senkrecht, unter den Fühlern seicht eingedrückt; Rüssel kurz, mit ziemlich langen Saugflächen, zylindrisch, vorn etwas breitgedrückt; Stirne mäßig breit, unbeborstet, nur am Scheitel mit einigen Borsten; Fühler kurz, drittes Glied scheibenrund, Borste nackt. Augen groß, länglichrund. Backen und Wangen sehr schmal. Rückenschild gewölbt, nur am Rande beborstet; Schildchen halbrund, vierborstig. Hinterleib eirund, hinten verschmälert, fünfringlig. Flügel etwas länger als der Hinterleib.

Die Larve (Abb. 666 A) hat eine gewisse Ähnlichkeit mit Syrphidenlarven, auch in ihrer Fortbewegungsweise: zuerst mit hocherhobenem, wie tastendem Vorderende, dann wird der Körper wie bei den Spannerraupen unter Krümmung nachgezogen. Ausgewachsen ist sie rund 3,5 mm lang und 1 mm breit. Oberseite schwach gewölbt, Unterseite flach. Nach vorne viel stärker und schneller verjüngt als nach hinten. Die Thorakalsegmente mit niedrigen Warzen, die Adominalsegmente dagegen mit zahlreichen hakenförmigen Kutikularzapfen bekleidet. Amphipneustisch, die Hinterstigmen auf zwei dunkel gefärbten Höckerchen sitzend. Eine eingehende Beschreibung geben Hardy, Dewitz, Fulmek und Trägårdh.

Das Puparium (Abb. 666 B) ist schmutzig-blaßgelb und ähnelt sehr der Larve; nur ist das 1. Thorax-Segment fast gänzlich in das 2. eingezogen. Am Hinterende ist der hinter den Abdominalstigmen befindliche Teil nach der Bauchseite eingezogen, so daß die Stigmenknospen terminal werden und schief nach außen gerichtet sind.

Die Larve ergießt vor der Verpuppung aus der Analöffnung ein schwarzes Sekret, durch das das Puparium an die Unterlage festgeklebt wird.

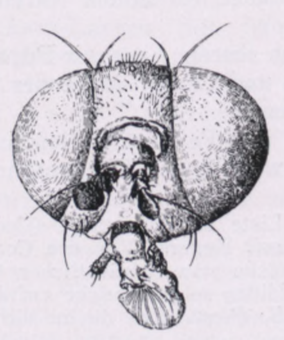


Abb. 665. Kopf (von vorne) von *Leucopis obscura* Hal. Nach Trägårdh

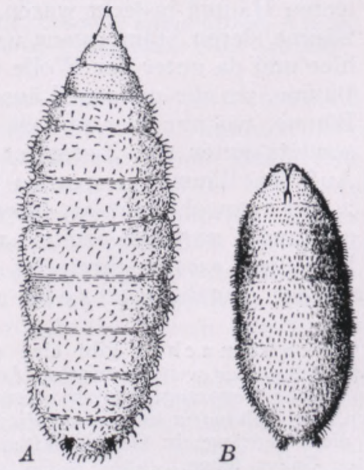


Abb. 666. A Larve, B Puparium von *Leucopis obscura* Hal. Nach Trägårdh

Daß die *Leucopis*-Larven sich von Blattläusen und Schildläusen nähren, war schon De Geer (1776) bekannt, der eingehende Beobachtungen über eine Art machte, die er *Musca gibbosa* nannte, und deren Larven er zusammen mit Blattläusen auf Weide fand und züchtete; auch die eigentümliche „spannende“ Bewegungsart (wie bei den Syrphidenlarven) wurde von ihm zum erstenmal beobachtet. In der Folge wird über die aphidi- und coccidivore Lebensweise noch mehrfach berichtet von Haliday, Kaltenbach (der sie ohne Beschreibung *Agromyza chermivora* nannte), Hardy, Hartig, Ratzeburg, Dewitz, Schuhmacher[1]), Fulmek und zuletzt von Trägårdh.

Hier seien nur 2 Arten, über die nähere Angaben vorliegen, erwähnt: *L. atratula* Ratz. und *obscura* Hal.

Leucopis atratula Ratz.

Wurde von Ratzeburg in Deutschland aus kleinen gelbbraunen Tönnchen, welche unter der Wolle von *Chermes piceae* verstreut lagen, gezogen. Später wurde sie in Österreich auf Weymouthskiefer als Räuber von *Pineus strobi* gefunden, und zwar von Fulmek, der eine eingehende Beschreibung der verschiedenen Stadien gibt[2]).

Leucopis obscura Hal.

Die von Haliday in Schottland auf Lärche und Fichte gefundene Art wurde in neuerer Zeit von Trägårdh eingehend studiert, der sie in Schweden in einem 60jährigen von *Chermes piceae* befallenen Tannenbestand in Omberg angetroffen hat; einige Stämme beherbergten in der Wachswolle Tausende von Tönnchen. Aus seinen im August 1919 gemachten Beobachtungen geht hervor, daß „diese *Leucopis*-Art ein bedeutender Feind von *Chermes piceae* ist“. „Man konnte unter den von *Chermes* befallenen Stämmen vier Kategorien unterscheiden:

1. Bäume, deren Stamm bläulichweiß war, und welche früher stark von *Chermes* befallen waren, die aber wenigstens im unteren Teil (der einzige, der untersucht werden konnte) jetzt nur zum Teil von Wolle und leeren Häuten bedeckt waren.
2. Bäume, deren Stamm ganz weiß war, und wo lebende Läuse mit Eiern hier und da unter der Wolle und den leeren Häuten vorhanden waren.
3. Bäume, wo die meisten Läuse lebten und der Stamm ganz weiß war.
4. Bäume, wo nur hier und da vereinzelte Läuse vorhanden waren, besonders unter den Zweigen.

Auf den Bäumen 1 wurden Tausende von leeren *Leucopis*-Puparien, 2 und 3 sowohl leere als lebende Puparien und Larven in großer Zahl, und auf 4 nur vereinzelte Larven gefunden.“

Daß die *Leucopis* ihrerseits auch wieder von Feinden zu leiden hat, geht aus der Angabe Ratzeburgs hervor, wonach die Fliegentönnchen

[1]) Schuhmacher gibt eine umfangreiche Liste der Beutetiere (Cocciden und Aphididen) der weitverbreiteten *Leucopis nigricornis* Eggers. Von den Cocciden werden solche bevorzugt, welche festsitzen und Eisäcke von beträchtlicher Größe besitzen, wie *Pulvinaria* und *Eriopeltis*; von den Aphididen solche, welche auf engem Raum dicht gedrängt in Gesellschaften sind, wie z. B. *Pemphigus*, die in dicht bevölkerten Gallen leben.

[2]) Die Identität der Fulmekschen Art mit *Leucopis atratula* Rtz. läßt sich heute nicht mehr mit Sicherheit feststellen, da die Ratzeburgschen Typen nicht mehr existieren. Siehe hierüber Trägårdh.

„häufig von einem Löchelchen durchbohrt waren, aus dem ein sehr kleiner *Ceraphron* herausgekommen war". „Die Fliegen waren sämtlich schon im Herbst ausgekommen, von den Ichneumonen schwärmten aber noch Exemplare im nächsten Frühjahr."

b) Räuber von Borkenkäfern und anderen Insekten

Palloptera Fall. und Lonchaea Fall. (Fam. Lonchaeidae)

Als Borkenkäferfeinde sind von Fliegen neben *Medetera* (Dolichopodide) noch zwei zu den Holometopen gehörende Arten beobachtet worden, nämlich die beiden Lonchaeiden *Palloptera usta* Meig. und *Lonchaea seitneri* Hendel.

Palloptera usta Meig.

Die Fliege hat im Leben matte ziegelrote Augen; Stirn und Fühler rotgelb, Scheitel, Gesicht, Backen silberweiß. Rücken gelblichgrau. Taster und Beine licht rotgelb. Flügel viel länger als der Hinterleib, mit braunen Flecken (Abb. 667). Halteren weiß, Hinterleib licht rotgelb. ♀ mit schwarz gerandeter Legeröhre.

Die Larve der von *Lonchaea fugax* (s. unten) sehr ähnlich; Tönnchen lichtbraun. „Charakteristisch für die zierliche, durch ihre Flügelzeichnung überdies auffällige Fliege ist das rhythmische Wippen der Flügel bei ihrer Gangbewegung."

Lonchaea seitneri Hend.[1]

Während wir oben in *Lonchaea viridana* eine ausgesprochen phytophage Art kennengelernt haben, gibt es auch eine Reihe carnivorer *Lonchaea*-



Abb. 667. *Palloptera usta* Meig. (ca. 3,5 mal). Nach Seitner

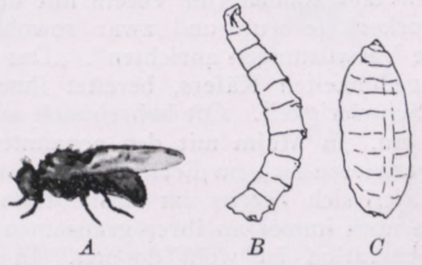


Abb. 668. *Lonchaea seitneri* Hend. A Imago, B Larve, C Puparium. Nach Seitner

Arten; von ihnen interessieren uns vor allem die Borkenkäferfeinde. Schon Perris (1870) berichtet über das Zusammenleben von *Lonchaea*-Larven mit jenen von Borkenkäfern unter Baumrinde. Er beobachtete auch, wie die Larven von *Lonchaea laticornis* Mg. sowohl die *Ips*-Larven als auch ihre eigenen Artgenossen auffraßen. Später fand Kleine die Tönnchen von *Lonchaea chorea* F. zusammen mit *Myelophilus piniperda* L. Die Angaben über carnivore *Lonchaea*-Arten wurden indessen von Bezzi bezweifelt, bis Seitner durch einwandfreie Beobachtung nachwies, daß die Larve einer *Lonchaea*-Art die Larven und Puppen von

[1]) *Lonchaea seitneri* Hend. steht der *L. fugax* Beck. nahe, als welche Art Seitner irrtümlicherweise die von ihm beobachtete Fliege in die Forstentomologie einführte. Thoraxrücken und Schildchen vollkommen glänzend und glatt, wie poliert, ohne jede Spur einer Bereifung (im Gegensatz zu *fugax*). Rücken des ♂ lang und fast zottig behaart, Stirne fettglänzend, Schüppchen gelblichweiß, gelblich gerandet und gewimpert. Flügel beim ♂ merklich graulich, bei ♂ und ♀ mit ockergelber Flügelwurzel. Bei allen Beinen 1. und 2. Tarsenglied rotgelb, die Spitze des 2. und die übrigen Endglieder gegen die Spitze hin immer dunkler, fast schwarz werdend.

Ips amitinus überfällt und durch allmähliches Einbohren auffrißt. Die Larven wurden von ihm in Tirol bei 1700 m Höhe unter der Rinde von *Pinus cembra* L. gefunden; die gezogene Fliege wurde von Hendel als eine neue Art, *L. seitneri*, beschrieben.

So ist wohl als sicher anzunehmen, daß die *Lonchaea*-Arten, die unter Baumrinde in Borkenkäfergängen leben, nicht nur sapro- oder coprophag, sondern mit Vorliebe carnivor sind, und daß somit Perris recht hatte.

Unter Baumrinde verschiedener Nadel- und Laubbäume wurden bis jetzt folgende *Lonchaea*-Arten gefunden: *L. chorea* F., *tarsata* Fall., *laticornis* Mg., *palposa* Zett. und *lucidiventris* Beck. Es ist zu vermuten, daß auch diese Arten gegebenenfalls [1]) carnivor sind.

Biologisch näher erforscht ist bis jetzt nur *L. seitneri* Hend.

Seitner (1924) teilt über die Bionomie folgendes mit: Die Fliege untersucht das Einbohrloch, indem sie in demselben auf die Dauer von 2—3 Sekunden bis etwa zu $^3/_4$ ihrer Körperlänge verschwindet; kommt dann wieder ganz heraus, um nunmehr, wenn sie zusagende Verhältnisse festgestellt hat, mit dem Hinterleib voraus, also rückwärtskriechend, auf längere Zeit im Muttergang ganz zu verschwinden. Zweifellos hat während dieser Zeit die Eiablage stattgefunden. Seitner konnte die beiden Fliegen bei Wasser und Zucker 6 Wochen am Leben erhalten, ohne aber eine Kopula zu erzielen. *Lonchaea* wie *Palloptera* sind in hohem Maße carnivor und können (im Verein mit der oben genannten *Medetera*) unter der Borkenkäferbrut, und zwar sowohl Larven als Puppen und Käfer, „wahre Verwüstungen anrichten". „Das Durchbohren der Chitindecke, auch eines gedunkelten Käfers, bereitet ihnen mit ihren scharfen Mundhaken keine Schwierigkeit. Oft bohren sich mehrere Larven in ein und denselben Käfer ein. In Mulm mit den genannten Larven zusammen eingewinterte Käfer erwiesen sich im Frühjahr alle als ausgefressen. Zu einer Zeit, wenn der Käfer sich bereits im Zustand der Winterstarre befindet, sind die Larven noch immer an ihrer grausamen Arbeit" (Seitner 1924, S. 19). Die Generation ist wohl doppelt. In der von Seitner geschilderten Borkenkäferkalamität (*Ips typographus* L.) in Österreich (1921—1923) schien *Palloptera* zahlenmäßig das Übergewicht über *Lonchaea* zu haben.

Eine weitere carnivore *Lonchaea*-Art beobachtete Seitner (1929) als Räuber der Lärchenzapfenfliege (*Chortophila laricicola* Karl):

Lonchaea inquilina Hendel.

Die Fliege ist der *Lonchaea viridana* Mg. (s. oben S. 645) täuschend ähnlich und unterscheidet sich durch folgende Merkmale: Stirn bei ♂ und ♀ nach vorn hin nicht oder kaum verschmälert; Fühler stehen im Profil in oder etwas oberhalb der Kopfmitte, und zwischen den apikalen Schildchenborsten stehen 2 mit den Spitzen gekreuzte Härchen.

Die Larve dieser Fliege bohrt sich in die Larve der *Chortophila laricicola* Karl ein und frißt dieselbe aus. Die Fliege wurde von Seitner gezogen aus Lärchenzapfen vom Semmering, von Mähren und Tirol.

---

[1]) Daß sie es nicht ausschließlich sind, beweisen die Funde von *L. chorea* und *lucidiventris* in Exkrementen pflanzenfressender Säugetiere und der von *chorea* außerdem in Runkelrüben, die durch Nematoden infiziert waren.

Anhang

Anhangsweise seien noch einige andere Vertreter der Holometopen genannt, die entweder durch Massenvorkommen in Wohnräumen dem Menschen lästig werden oder als Parasiten dem Forstentomologen hier und da begegnen können.

Zu den ersteren gehören **Chloropisca nasuta Schrk., notata Mg.** und verwandte Arten [1]).

Die Gattung Chloropisca gehört in die Familie der Chloropiden, die zahlreiche kleine, schwarze oder gelb bzw. grün und schwarz bzw. braun gezeichnete Arten enthält (besonders bekannt sind die großen Getreideschädlinge, die Fritfliege *Oscinella frit* L. und die gelbe Halmfliege *Chlorops taeniopus)*. Manche Arten bilden zu bestimmten Zeiten Schwärme von Millionen von Individuen. Dies trifft vor allem für Chloropisca nasuta Schrk., notata Mg. u. a. zu, die im Herbst oder Frühjahr so massenhaft in den Häusern erscheinen, daß die betreffenden Räume nicht mehr benutzt werden können. Hase berichtet von einem Fall, in welchem aus einem Haus in Pforzheim 35—40 l toter Fliegen in einem Arbeitsgang entfernt wurden, was etwa 12—14 Millionen Exemplaren entspricht. Und Fritsch spricht sogar von 75—80 l, die in einem Mietshaus in Insterburg vernichtet wurden. Häufig kommt diese Masseneinwanderung viele Jahre hindurch jedes Jahr, und zwar in den gleichen Zimmern vor. Hase (1929) stellt alle ihm bekannt gewordenen Fälle aus der Literatur und aus Akten zusammen, wobei sich ergibt, daß die befallenen Häuser meist mit Efeu und Weinlaub bewachsen waren.

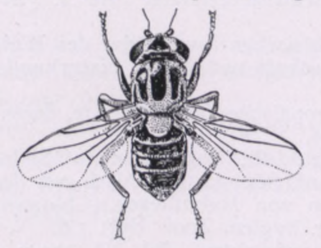


Abb. 669. *Chloropisca notata* Meig.



Abb. 670. *Conops quadrifasciatus* De Geer

Über die Ursachen dieses Massenvorkommens in den Häusern herrscht noch keine volle Klarheit. Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich um eine Form der Überwinterung, wobei der wilde Wein, Efeu usw. an den Wänden anziehend wirkt. Zur Bekämpfung empfiehlt Gößwald eine Bestäubung der Fliegen mit Pyrethrum (Dusturan), mit dem er vollen Erfolg erzielte; auch Kearns empfiehlt Pyrethrum (als Extrakt), während Theobald weniger befriedigende Ergebnisse damit hatte (s. Hase). Von anderer Seite werden „Staubsauger und feinstes Drahtgitter als die einfachsten und wirksamsten Waffen" gerühmt. Außerdem wird Entfernung der Berankung von den Wänden angeraten (Peus 1937).

Von den Parasiten seien vor allem die **Conopidae**[2]) genannt, die an ihrem dünnen weit hervorragenden Rüssel leicht zu erkennen sind und zum Teil durch Färbung und Habitus etwas an Wespen erinnern. Die Eier werden in den Wirts-

---

[1]) Hase, A., 1929, Weitere Fälle von Massenauftreten der Fliege *Chloropisca notata flavifrons* Macqu. *(Chloropidae)* und nahe verwandter Arten. Anz. f. Schädlingskunde *5*, 159—160. — Rühle, H., 1930, Ein weiterer Fall von Massenauftreten der Halmfliege *Chloropisca nasuta* Schrk. Z. Insektenbiol. *25*, 90—92. — Gößwald, K., 1933, Erfolgreiche Bekämpfung der Chloropiden mit Pyrethrum. Anz. f. Schädlingskunde *9*, 84. — Kearn, H. G., 1930, Early Spring Swarming of *Chloropisca circumdata* Mg. with Notes on the control of the flies. Ent. Monthly Mag. *66*.

[2]) de Meijere, 1904, Beiträge zur Kenntnis der Biologie und der systematischen Verwandtschaft der Conopiden. Tijd. Ent. *46*. — Derselbe, 1912, Neue Beiträge zur Kenntnis der Conopiden. Ebenda *55*.

körper gelegt; die Larven schmarotzen im Hinterleib von Wespen, Hummeln und Heuschrecken, den sie schließlich ganz ausfüllen.

Sodann gibt es auch Warmblüter-Parasiten unter den Holometopen, wie der nur kurze Zeit geflügelte, ektoparasitisch an Vögeln lebende einzige Vertreter der Fam. **Carnidae,** Carnus hemapterus Egg. (Gefiederfliege)[1]) und zwei Arten der Fam. **Neottiphilidae**[2]), Neottiphilum praeustum Meig. und Actenoptera hilariella Zett., deren Larven als Blutsauger an nestjungen Vögeln leben und bei starker Besetzung den Tod derselben herbeiführen können. Hesse zog aus einem Amselnest 138 Fliegen.

Literatur

über die übrigen Holometopa: Leucopis, Lonchaea und Palloptera

Bezzi, M., 1919, Two new ethiopian *Lonchaeidae,* with notes on other species. Bull. ent. Res. *9,* 241—254.
Dewitz, H., 1881, Dipterenlarven, welche wie Blutegel kriechen. Sitz.-Ber. Ges. nat. Freunde Berlin 103—106.
Fulmek, L., 1912, *Leucopis atratula* Ratzb. Ztschr. f. wiss. Ins. Biol. *8,* 211—214.
Haliday, A. H., 1833, Catalogue of *Diptera* occurring about Holywood in Downshire. The Ent. Magazine *1,* 147—180.
Hardy, D., 1871, Memoirs an Scottish Diptera. No 4. *Leucopis obscura* Hal. The Scott. Nat. *1.*
Hartig, Th., 1837, Über die parasitischen Zweiflügler des Waldes. Jahresber. über die Fortschritte der Forstwissenschaft und forstl. Naturkunde im Jahre 1836 und 1837, 275—306.
Hendel, Fr., 1928, Eine neue europäische *Lonchaea*-Art, deren Larve Borkenkäferräuber ist. „Konowia" *7,* 37—39.
Kozikowski, A., und Kuntze, R., 1936, Die in Südpolen vorkommenden Tannensamenschädlinge. „Sylwan" Sér. A. (Polnisch mit deutschem Referat.)
Peus, F., 1937, Massenvorkommen von Halmfliegen (Chloropiden) an und in Gebäuden und Wohnungen. Ztschr. hygien. Zool. Heft 7/8.
Ratzeburg, J. W., 1844, Die Forstinsekten. Bd. III, 170 u. 204.
Schimitschek, E., 1931, Forstentomologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Lunz. I. Ztschr. f. ang. Ent. *18,* 460—491 *(Lonchaea seitneri* Hend. S. 486).
Schuhmacher, F., 1918/19, *Leucopis nigricornis* Eggers, eine in Schild- und Blattläusen parasitierende Fliege. Ztschr. f. wiss. Ins. Biol. *14,* 304—306.
Seitner, M., 1924, Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 bis einschließlich 1923. Centralbl. f. d. ges. Forstw. *50,* 2—23.
— — 1925, *Lonchaea viridana* Meig., ein Tannenzapfen- und -samenschädling. Ebenda *51,* 159—161.
Trägårdh, J., 1931, Zwei forstentomologisch wichtige Fliegen. Ztschr. f. ang. Ent. *18,* 672—690.

2. Untergruppe

Schizophora Schizometopa (Calyptrata)

Bei den Schizometopen (s. oben S. 636), die die höchstentwickelten Formen der Dipteren, die eigentlichen Fliegen, enthalten, unterscheiden

[1]) Die „Gefiederfliege" ist eine etwa flohgroße Fliege, schwärzlich mit gelblichem Hinterleib, der beim ♀ aufgetrieben, beim ♂ flach abgerundet ist. Man findet sie an der Flügelunterseite, in den Achselhöhlen oder auch auf dem Rücken im Gefieder der Nestjungen verschiedener Vögel, vor allem vom Turmfalken, dann auch vom Star, Wendehals u. a. (Eichler, W., die Vogelparasiten. III. Die Gefiederfliegen. Ornith. Monatsschr. *62,* 1937, 186—189).

[2]) Hesse, E., 1923, Dipterologische Beiträge. Z. wiss. Insekt. Biol. *18,* 293 ff. — Derselbe, 1925, Weitere Mitteilungen über *Neottiphilum praeustum* Meig. Ebenda S. 270 ff. — Keilin, D., 1924, On the life-history of *Neottiphilum praeustum* Meig., parasitic on the birds etc. Parasitology Cambridge *16,* 113 ff. — Lindner, E., a. a. O.

wir 3 Familien: Muscidae *(Anthomyidae)*, Tachinidae *(Larvaevoridae)* und Oestridae (s. lat.)[1]), und zwar nach folgenden Merkmalen:

1 Rüssel rudimentär, Taster ebenfalls rudimentär oder fehlend. 3. Oestridae (S. 694)
— Rüssel immer deutlich 2
2 Hypopleuralborsten fehlend. Wenn *m* gebogen, so niemals mit Aderanhang . . . . 1. Muscidae (S. 653)
— Hypopleuralborsten vorhanden (Abb. 687). Die Ader *m* meist eckig gebogen, an dieser Ecke oft mit Aderanhang oder einer Falte. 2. Tachinidae (S. 659)

1. Fam. Muscidae

Die Musciden lassen sich, hauptsächlich auf Grund des Flügelgeäders und der Fühlerbildung, in zwei Unterfamilien einteilen:

Anthomyinae: Media *(m)* gerade (Abb. 671 A), wenn aber etwas aufgebogen, dann die Fühlerborste nackt.

Muscinae: Media *(m)* mehr oder weniger deutlich aufgebogen, eine Spitzenquerader bildend (Abb. 671 B). Fühlerborste mit langer Behaarung (Abb. 675).



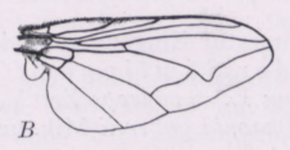


Abb. 671. Flügelgeäder A einer Anthomyide, B einer Muscide

Unterfamilie Anthomyinae

Blumenfliegen

Die Anthomyinen sind eine sehr umfangreiche Unterfamilie mit zahlreichen kleineren bis höchstens mittelgroßen grauen, gelblichen oder schwarzen Arten, die wieder in verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Die Fliegen findet man häufig auf Blumen (Pollenfresser), doch auch an allen im weitesten Sinne genießbaren, sowie faulenden Stoffen, Exkrementen usw. Viele sind „Schweißsauger", die deshalb Menschen und Tiere im Sommer stark belästigen können; hierher gehört z. B. die sogenannte „kleine Stubenfliege" (*Fannia canicularis* L.), die so häufig in den Häusern unentwegt um die Lampen usw. schwirrt.

Die Larven der Anthomyinen (Abb. 672) sind sehr vielseitig in ihrer Ernährungsweise, die phytophag, saprophag und, wenn auch seltener, carnivor sein kann [2]).

Viele von ihnen leben in Blättern, Stengeln, Wurzeln aller möglichen Pflanzen und können dadurch sehr schädlich werden. Es sei nur an die Getreideblumenfliege *(Hylemyia coarctata* Fall.), Runkelfliege (*Pegomyia hyosciami* Pz.), „Kohlfliege" *(Chortophila brassicae* Bche.), „Zwiebelfliege" (*Ch. antiqua* Mg.) usw. erinnert. Andere leben in Pilzen,

---

[1]) Die Oestriden (s. l.) werden von Lindner und anderen zu den Tachiniden gestellt. Wenn wir sie als eigene Familie aus den Tachiniden herausnehmen, so geschieht dies aus praktischen Gründen.

[2]) B. de Vos-de Wilde gibt eine ausführliche, mit sehr schönen Abbildungen versehene Beschreibung einer Anzahl Anthomyinenlarven, wobei auch morphologische Unterschiede der phytophagen, saprophagen und carnivoren Arten angegeben werden.

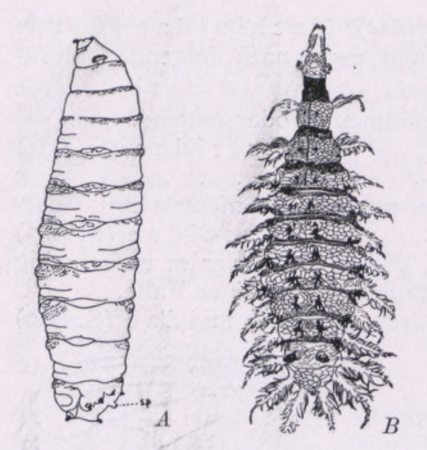


Abb. 672. **Anthomyinen-Larven: A von *Hylemyia*, B von *Fannia*. Nach De Vos-de Wilde**

im Humus, im Mist; einige entwickeln sich in den Nestern von Hymenopteren, wo sie sich von Abfallstoffen oder den Vorräten an Pollen nähren; die Larven mancher *Fannia*-Arten (leicht kenntlich an ihren seitlich gefiederten Fortsätzen) wurden gelegentlich im Darmkanal des Menschen gefunden, wo sie Geschwüre hervorrufen sollen. Auch echter Parasitismus ist beobachtet worden: von einer nicht näher bestimmten Anthomyine leben die Larven zu 5—7 Stück im Thorax von Locustiden, und die Larven der weitverbreiteten, bei uns in Zwiebeln, Spargeltrieben usw. vorkommenden *Chortophila cilirura* Rond. schmarotzen in Asien, Afrika und Amerika in den Eikapseln der Acridier und stellen sogar einen beträchtlichen Feind der Wanderheuschrecken dar (Baer).

Forstlich kommt den Anthomyinen keine allzu große Bedeutung zu. Bis jetzt haben nur wenige Arten in die forstentomologische Literatur Eingang gefunden, und zwar teils als Zerstörer von Samen oder Sämlingen (*Chortophila laricicola* Karl und *Chortophila radicum* L. = *ruficeps* Zett.), teils als Räuber von Borkenkäferbrut (*Phaonia gobertii* Mik. und *Helina deleta* Stein).

Larven leben von Samen oder Sämlingen

Chortophila laricicola Karl (Lärchensamenfliege)

Der Habitus der Imago ist am besten aus der Abbildung (Abb. 673) zu ersehen. Thorax schwarz, graubestäubt, mit 3 mehr oder weniger deutlichen dunklen Striemen. Abdomen flachgedrückt, aschgrau bestäubt, mit ziemlich breiter schwarzer Rückenstrieme. Beine schwarz, Flügel bräunlichgrau, Schwingen gelb.

Die Larven (Abb. 674 A) rein weiß, Mundhaken schwarz, Stigmen gelb. Hinterleibsende etwas schräg abgeflacht, mit 14 charakteristisch verteilten kurzen braunspitzigen Fortsätzen, davon die mittleren unteren Doppelspitzen (Abb. 674 B). Das Tönnchen ist rotbraun, wenig glänzend, 4½ mm lang. Hinterende mit den 14 Larvenhöckern, die die Analstigmen umgeben.


Abb. 673. *Chortophila laricicola* Karl ♀

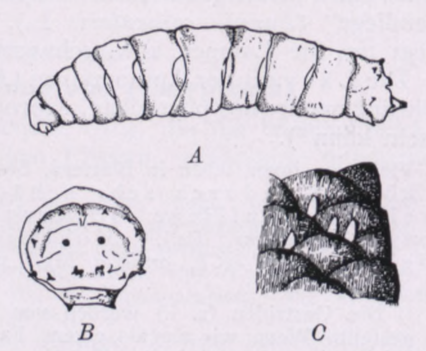


Abb. 674. *Chortophila laricicola* Karl. A Larve, B Hinterende der Larve, C Stück eines Lärchenzapfens mit hervorstehenden Eienden. Nach Seitner

Ch. laricicola Karl ist ein Lärchensamenschädling. Nach Seitner (1929), der diese Art am Semmering eingehend studiert hat, verläuft ihre Entwicklung folgendermaßen: Die Eiablage findet im Mai statt, und zwar äußerlich an die Schuppen des noch jungen Zapfens. Die Eier werden hinter die zurückgebogenen Zipfel der Deckschuppen oder in deren nächste Nähe abgesetzt, hinter denen sie etwas vorschauen. Meist werden die Zapfen mit je 1 oder 2, seltener mit je 3 oder noch mehr (bis zu 9) Eiern belegt. Die auskommenden Lärvchen bohren sich vermutlich aktiv in den Zapfen ein und kriechen zu den Zapfenschuppen in das Innere, wo sie die Samenanlagen samt und sonders zerstören und außerdem in der Regel auch die Zapfenspindel ausfressen. Nach erreichter Vollwüchsigkeit, nach fünf bis sechs Wochen, verläßt die Larve den Zapfen, läßt sich zu Boden fallen, um sich dort sofort zu verpuppen. Die Überwinterung geschieht als Puppe bzw. Tönnchen. Die Generation ist einjährig.

Der Schaden kann recht empfindlich werden. Stellenweise konnte Seitner 94 % der untersuchten Lärchenzapfen als befallen und mit zerstörten Samenanlagen feststellen. Im Oberinntal konnte ein deutlicher Befallsunterschied zwischen grünen Zapfen (16,7 %) und roten (62—68 %) festgestellt werden (vielleicht Zufall, vielleicht auch eine Bevorzugung der roten Zapfen).

„Die wirtschaftliche Bedeutung der Fliege liegt nun vornehmlich darin, daß sie den immer nur auf gewisse Standorte beschränkten, an sich nicht allzu reichlichen Zapfenstand und damit auch den Samenertrag empfindlich schädigt, ja in manchen Jahren auch vollständig vernichtet.

Dieser Ausfall in gewissen, jährlich verschiedenen Lagen wird sich um so verhängnisvoller erweisen, je mehr der Forstmann in Berücksichtigung der Samenprovenienzfrage mit Recht bemüht sein muß, den notwendigen Samen nach Standort, Höhenlage und selbst Jahrgang, für seine Bedürfnisse richtig gewählt, im eigenen Revier zu beschaffen."

Das Verbreitungsgebiet der Lärchensamenfliege scheint sich über das gesamte Alpengebiet der Ostmark zu erstrecken und wohl mit dem der Lärche zusammenzufallen; sie wurde bis jetzt in Nieder- und Oberösterreich, in Steiermark, in Kärnten, Salzburg, Tirol und auch in Südmähren nachgewiesen.

Als natürliche Feinde konnte Seitner drei zu verschiedenen Familien gehörige Parasitenarten aus den Tönnchen ziehen, und zwar in verhältnismäßig hoher Zahl. Es sind dies *Seitneria seitneri* Tavar. *(Cynipide)*, *Phaenocarpa seitneri* Fahr. (Braconide) und *Asyncrita rufipes* Forst. (Ichneumonide) [1]). Hierzu kommen noch als vermutlicher Außenparasit eine zu den *Ephialtini* gehörende Schlupfwespe, deren Larve im Zapfen überwintert; und als Räuber eine *Lonchaea*-Art (Dipt.), *Lonchaea inquilina* Hend., deren Larve die *Chortophila*-Larve ausfrißt (siehe oben S. 650).

Chortophila radicum L. (= *Anthomyia ruficeps* Zett.)

Diese Fliege wurde von Hartig (1856) in die Forstentomologie eingeführt, und zwar unter der Bezeichnung „Aschenfliege" — in der irrigen Annahme,

---

[1]) Die drei gleichen Parasiten der Lärchensamenfliege wurden in Sibirien aus dem Tönnchen gezüchtet (s. Rimsky-Korsakov 1935).

daß sie hauptsächlich solche Saatbeete befalle, die mit Rasenasche gedüngt waren. Er hielt die Art für neu und beschrieb sie als *A. ratzeburgi.* Doch stellte Ratzeburg fest, daß es sich um eine bereits bekannte Art handelte, und zwar um *Anthomyia ruficeps* Meig. Nach Stein (Arch. f. Naturgesch. *81*, 1915) ist aber diese Art synonym mit *radicum* L. [1]) und gehört zur Gattung *Chortophila* (Untergattung *Paregle* Schnabl.).

Die Fliege, die Ratzeburg abbildet (W. II, Taf. II, Fig. 8) ist 4,5—5,5 mm lang, ♂ schwarz, ♀ aschgrau, Rückenschild schwärzlich mit drei schwarzen Striemen; Hinterleib hellgrau mit schwarzer Mittelstrieme und desgleichen Einschnitten. Untergesicht und Stirn beim ♂ weiß, beim ♀ vorn rostgelb, hinten schwarz. Fühler, Taster und Beine schwarz.

Hartig beobachtete die Fliege als Schädling in dem Braunschweiger Pflanzgarten. Der Schaden bestand in einem Ausfressen der angekeimten Samen, sowie im Benagen der Wurzelrinde und Abfressen der Wurzeln an Sämlingen von Kiefern, Schwarzkiefern, Weymouthskiefern und Lärchen. Die jungen Pflänzchen kränkelten, ungefähr die Hälfte gingen ein. Wenn man die welkenden Pflänzchen auszuziehen versuchte, blieben Rinde- und Bastschicht in der Erde zurück. Der Schaden wurde jedesmal gegen Mitte Juni bemerkt, wenn eben die schön und reichlich aufgelaufene Saat anfing, zu kränkeln. Die sodann (Mitte Juni) aufgefundenen Larven waren ausgewachsen und lagen etwa in einer Tiefe von 2—4 cm im Boden. Ende des Monats fand man die braunen Tönnchen der Fliege und Mitte Juli erschienen die Fliegen in großer Menge, die auf den Saatbeeten herumliefen und über sie hinflogen. Die wie mit einer dicken Stricknadel in den Boden gestochenen Fluglöcher waren stellenweise so zahlreich, daß der Boden wie mit Schrot durchschossen aussah. Die Überwinterung geschieht wohl als Ei oder Larve im Boden.

Larven leben räuberisch von Borkenkäferbrut

Unter der Rinde von mit Borkenkäferbrut besetzten Stämmen findet man nicht selten Dipterenlarven in größerer Anzahl. Wir haben oben schon einige Arten genannt, die zu den Gattungen *Medetera (Dolichopodidae)* und *Lonchaea (Acalyptrata)* gehören. Nun hat Schimitschek auch noch einige zu den Anthomyiden gehörende Arten als Räuber von Borkenkäferbrut beobachtet, nämlich:

Phaonia gobertii Mik und Helina deleta Stein

Die erstere Art wurde bei *Ips amitinus* Eichh., *cembrae* Heer und *typographus* L., die letztere bei *Ips sexdentatus* Börn. gefunden. Über *Helina deleta* gibt Schimitschek (1940) an: „Die Larven leben im Mulm und auch in faulenden vegetabilischen Stoffen. Am Iglaz dag (Türkei) wurden sie beim Verzehren der *sexdentatus*-Larven beobachtet."

Unterfamilie Muscinae

Echte Fliegen

Bei den Muscinen, die durch die aufgebogene Media und die lange behaarte Fühlerborste charakterisiert sind, unterscheiden wir zwei Tribus: nämlich

---

[1]) P. Stein schreibt l. c. S. 196: „Bei jüngeren Stücken (von *Chortoph. radicum* L.) ist das Stirndreieck oft rötlich, was Zetterstedt zur Aufstellung seiner *ruficeps* Zett. veranlaßt hat. Der Katalog palaearkt. Dipteren (1907) gibt jedoch *ruficeps* Meig. als Synonym an.

1. Muscini, saprophage Fliegen mit fleischigem, nur zum Aufsaugen flüssiger Stoffe geeignetem Rüssel, und
2. Stomoxydini, Blutsauger mit hornigem, lang vorgestrecktem Rüssel (Abb. 675 B).

Die Larven der *Muscinae* sind coprophag, saprophag und im letzten Stadium auch carnivor. Bei Nahrungsmangel fressen sie sich gegenseitig auf, greifen auch andere Insektenlarven an und werden so zu gelegentlichen Räubern. Auch Fälle von „Myiasis interstinalis" (Fliegenlarven im Darm) sind in der menschlichen Medizin bekannt.

Muscini

Die bekannteste Art der *Muscini* ist die Stubenfliege, **Musca domestica L.**, die eine fast kosmopolitische Verbreitung besitzt. Die Fliegen werden durch ihr massenhaftes Auftreten äußerst lästig. Sie können aber auch außerdem dadurch, daß sie auf faulenden Stoffen, Aas, Exkrementen, Sputum, eiternden Wunden sich herumtreiben, Bakterien, die an ihren Tarsen hängen bleiben, auf menschliche Nahrungsmittel oder direkt auf den Menschen bringen und so zur Verbreitung ansteckender Krankheiten beitragen. Die Amerikaner nennen sie daher „Tpyhoid fly".

Abb. 675. A Stubenfliege (*Musca domestica* L.), B Wadenstecher (Stechfliege) (*Stomoxys calcitrans* L.) mit vorstehendem hornigen Rüssel

Als eine weitere Art der *Muscini* ist **Muscina (Cyrtoneura) stabulans Fall.** zu nennen, die in der forstentomologischen Literatur mehrfach erwähnt ist, und zwar als vermutlicher Parasit von Nonne, Spinner, Eule, *Diprion* usw. [1]). Allerdings ist die Rolle dieser Fliege noch umstritten. In den meisten Fällen werden wohl bereits beschädigte Raupen und Puppen mit ihren Eiern belegt werden (Baer), doch hat sie Hartig (1837) auch aus anscheinend gesunden Kiefernspinnerraupen und *Diprion*-Kokons gezogen. Es mag sein, daß bei *M. stabulans* „die Lebensweise noch weniger spezialisiert ist und schließlich alle Abstufungen bis zum echten Parasitismus vorkommen können" (Baer).

Außer *stabulans* wurden auch noch andere *Muscina*-Arten, wie *M. pabulosum* Fall. und *pascuorum* Mg. unter ähnlichen Verhältnissen bei Nonnen- und Spinnervermehrungen angetroffen.

---

[1]) In welchen Massen diese Fliegen vorkommen können, zeigt eine Beobachtung Baers: in einem Freilandzwinger, in dem Nonnenraupen, unter dem Leimring gesammelt, aufgeschüttet waren, fanden sich „die *Muscina*-Tönnchen" in solchen Mengen, daß sie eine mehrere Zentimeter dicke Schicht bildeten, die „ausgezeichnet bienenwabenartig aufgebaut war".

Stomoxydini

Die bekannteste Art ist der sogenannte Wadenstecher, **Stomoxys calcitrans L.**, der häufig in unsere Wohnräume eindringt und oft mit der Stubenfliege verwechselt wird, bis ein schmerzhafter Stich (Männchen und Weibchen stechen) über den Irrtum aufklärt. Die Entwicklung findet im Dung, vor allem Pferdemist statt und dauert im ganzen etwa 27—37 Tage. *Stomoxys* steht im Verdacht Infektionskrankheiten, z. B. Milzbrand, zu übertragen.

Eine Bekämpfung der Fliegenplage gehört heute bei Kulturvölkern zu den selbstverständlichsten hygienischen Maßnahmen. Als Vorbild sind in dieser Beziehung die USA. vorangegangen. Nach drei Richtungen hin ist der Kampf durchzuführen:

1. Vorbeugung durch größtmögliche Sauberkeit in den Wohn- und Wirtschaftsräumen, Aborten usw. und Abhaltung durch Fliegengitter an den Fenstern, vor allem der Küchen- und Speisekammern und Bedecken der Nahrungsmittel (Fleisch, Obst usw.) mit Fliegengaze (Schutz vor der Eiablage).
2. Vernichtung der Brut im Mist durch Chemikalien oder durch Hitze bzw. Gärungswärme.
3. Vernichtung der Imagines durch Fangapparate oder durch Verstäubung von Fliegengiften[1]).

Literatur

über Muscidae

Baer, W., 1929/31, Die Tachinen als Schmarotzer schädlicher Insekten. Z. ang. Ent. *6*, 185—246 u. *7*, 97—163.

De Vos-de Wilde, Bod. 1935, Contribution à l'étude des larves de diptères Cyclorhaphes, plus spécialement des Larves d'Anthomyides. Dissertation Amsterdam.

Fritsche, E., 1920, Fliegenlarven als Parasiten des Menschen. Naturwiss. Wochenschrift N. F. *19*, Nr. 32.

Hartig, Th., 1837, Über die parasitischen Zweiflügler des Waldes. Jahresber. Forstwissenschaft und forstliche Naturkunde im Jahre 1836 und 1837, *1*, 275—306.

— — 1856, Die Aschenfliege. Verh. schles. Forstver. S. 123.

— — 1856, Die Aschenfliege *(Anthomyia Ratzeburgii)*. Allg. Forst- u. Jagdztg. 4—8.

— — 1860, Das Insektenleben im Boden der Saat- u. Pflanzkämpe. Pfeils krit. Blätter S. 142.

Karl, O., 1928 Zweiflügler oder *Diptera*. III. *Muscidae*. Die Tierwelt Deutschlands. 13. Teil. Jena.

Martini, E., 1923, Lehrbuch der medizinischen Entomologie. Jena.

Rimsky-Korsakov, M. N., 1935, Die Parasiten von *Chortophila laricicola* Karl. Rev. d'Ent. U. R. S. S. *15*.

Schimitschek, E., 1936, Ergebnisse von Parasitenzuchten. Z. ang. Entom. *22*, 558—564.

— — 1940, Die Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* Börner im Gebiete der orientalischen Fichte. Ebenda *27*, S. 104.

Schuckmann, W. von, 1929, Über Versuche zur praktischen Fliegen- und Mückenbekämpfung. Ztschr. f. ang. Ent. *14*, 325—342.

Séguy, E., 1923, Diptères Anthomyides. Paris.

Seitner, M., 1929, *Chortophila laricicola* Karl, Die Lärchenzapfen- und Samenfliege und ihre Feinde: Parasiten und Räuber. Centralbl. f. d. ges. Forstw. *55*, 153—167.

Stein, P., 1916, Die Anthomyiden Europas. Arch. f. Naturgesch. A. 10.

[1]) Einzelheiten hierüber sind in der vom Reichsgesundheitsamt herausgegebenen Flugschrift „Die Fliegenplage und ihre Bekämpfung" (2. Aufl., Berlin, Julius Springer, 1930) und in dem Merkblatt von Zumpt (1940) zu finden.

Thomsen, M., 1938, Stuenfluen *(Musca domestica)* og Stikfluen *(Stomoxys calcitrans)*. Kopenhagen. (382 S. und viele Tafeln.)
Trägårdh, Ivar, 1913, Bidrag till kännedomen om Dipterlaverna. En swampätande Anthomyia-larv, *Egle (Anthomyia) spreta* Meig. Ark. Zool. *8*, No. 5, 1—16 (mit 10 Textfig. u. 1 Taf.).
Zumpt, F., 1940, Die Stubenfliege. Arch. Schiffs- u. Tropenhygiene *44*, Heft 5. (Auch als Merkblatt erschienen.)

2. Fam. Tachinidae (Larvaevoridae), Raupenfliegen [1])

Die Tachiniden stellen eine sehr artenreiche Familie dar mit mittelgroßen (selten kleinen) bis großen Tieren, meist von untersetztem Bau, in

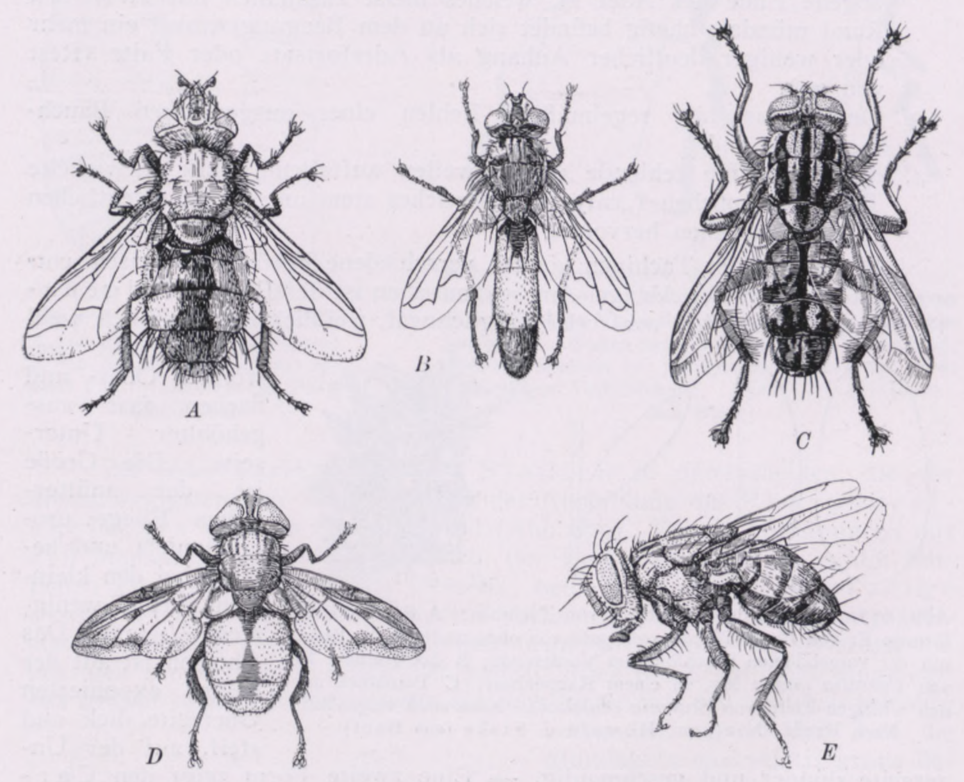


Abb. 676. Verschiedene Typen von Tachinen. A *Ernestia rudis*, B *Ocyptera brassicaria* F., C *Sarcophaga schützei* Kram., D *Phasia crassipennis* F., E *Compsilura concinnata* Mg.

[1]) Entsprechend dem großen Umfang der Familie, der Mannigfaltigkeit der Formen und Lebensweise, der Schwierigkeit der systematischen Erfassung und endlich auch entsprechend der großen wirtschaftlichen Bedeutung, die die Tachinen als Vernichter der Schädlinge besitzen, haben sich sehr viele Forscher mit dieser Gruppe beschäftigt. Unter ihnen haben sich um die Förderung des Wissens vor allem folgende Forscher besondere Verdienste erworben: W. Baer, Fr. Brauer, Er. Girschner, Howard u. Fiske, E. Göpfert, H. Kramer, K. Loos, J. C. Nielsen, P. J. Pantel, H. Prell, Fr. Tölg, Chr. H. T. Townsend, J. Villeneuve. — Die beste zusammenfassende Arbeit der neueren Zeit stammt von W. Baer (1920/21), der nicht nur die Systematik, sondern auch die Bionomie und wirtschaftliche Bedeutung eingehend berücksichtigt.

ihrem Habitus an Stubenfliegen erinnernd, doch auch schlanke schmale Tiere von Schlupfwespengestalt *(Ocyptera)* oder auch solche mit stark abgeplattetem Abdomen und gefleckten Flügeln *(Phasiinae)* enthaltend (s. Abb. 676 A—E).

Von den Musciden unterscheiden sie sich hauptsächlich durch folgende Eigenschaften:

1. Durch den Besitz von Hypopleural- und Sternopleuralborsten, letztere in der Anordnung 2 : 1 oder 1 : 1 : 1 (Abb. 687 h u. st).
2. Durch die Spitzenquerader: das meist scharfwinkelig aufwärts gebogene Ende der Ader *m*, welches meist zusammen mit *rs* in den Rand mündet; häufig befindet sich an dem Beugungswinkel ein mehr oder weniger deutlicher Anhang als Aderfortsatz oder Falte (Rest von m_2).
3. Durch das fast regelmäßige Fehlen einer ausgedehnten Bauchmembran, und
4. durch das nie fehlende und zuweilen auffallend stark entwickelte Thoraxschüppchen („calyptra"), welches stets unter dem eigentlichen Flügelschüppchen hervorragt.

Die Eier der Tachinen können verschiedene Formen aufweisen, entsprechend der Art der Ablage. Am bekanntesten ist der Parasetigena-Typus (Abb. 677 A): oval oder länglichoval, weißlich oder gelblich weiß gefärbt, mit gewölbter Ober- und flacher fast ausgehöhlter Unterseite. Die Größe ist der mütterlichen Fliege proportioniert und beträgt bei den kleinsten Arten wenigstens 1/2 mm. Das Chorion ist auf der mehr exponierten Oberseite dick und steif, auf der Unterseite dünner und geschmeidig. — Eine zweite Form zeigt den Carcelia-Typus (Abb. 677 B): zylindrische, beiderseits zugespitzte gestielte Eier, wenigstens 2 1/2(—5)mal so lang als breit, Chorion dünn und zart. Und als dritte Form endlich ist der Gonia-Typus (Abb. 677 C) zu nennen: sehr kleine (323—408 μ), teils winzige (187—270 μ), hirsekornförmige Eier, Oberseite stark gewölbt und chitinisiert, Unterseite flach und dünnhäutig; zweifarbig, oben dunkel (schwarz oder schiefergrau), unten hell.

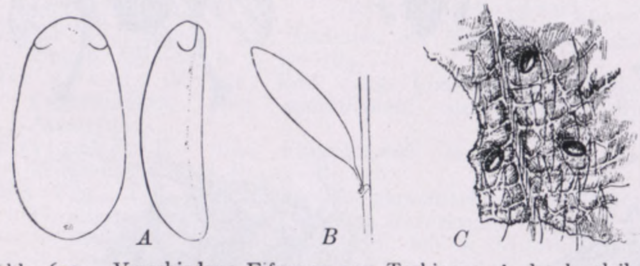


Abb. 677. Verschiedene Eiformen von Tachinen: A das brotlaibförmige Ei von *Parasetigena segregata* von oben und von der Seite, mit der vorgebildeten Bruchlinie am Vorderende; B das gestielte Ei von *Carcelia gnava* Mg. an einem Raupenhaar; C Blattstück mit den winzigen Eiern von *Sturmia scutellata*. Alles stark vergrößert. Nach Prell, Nielsen, Howard u. Fiske (aus Baer)

Die Larven sind typische kopf- und fußlose weißliche „Maden", nach vorne sich weit mehr verjüngend als nach hinten, Hinterende abgestutzt (Abb. 678 A), Unterseite etwas abgeflacht. Aus 11 Segmenten bestehend, die mit Quer- und Seitenwülsten (Kriechschwielen) besetzt sind. Die endständige Mundöffnung ventral von einer Unterlippe, dorsal von

dem Hakenapparat (Pharyngealskelett) begrenzt. Die Fühler als ein dorsal gelegenes Warzenpaar vorhanden. Der Hinterendabsturz trägt die beiden großen Stigmenplatten und die Afteröffnung.

Der hier geschilderte Typus trifft hauptsächlich für die Tachininen zu; es gibt auch Formen, die davon mehr oder weniger abweichen, wie die Larven der Sarcophaginen und Calliphorinen, die schlanker und nach vorn besonders stark verjüngt sind (Abb. 678 B) und deren Hinterleibsabsturz ausgehöhlt ist (Sarcophaginen).

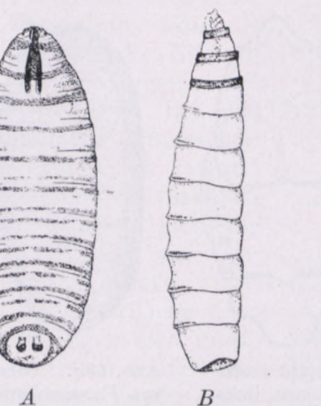


Abb. 678. Larven von Tachiniden: A von *Parasetigena segregata*; B von *Sarcophaga (Agria) affinis* Fall. Nach Prell u. Tölg (aus Baer)

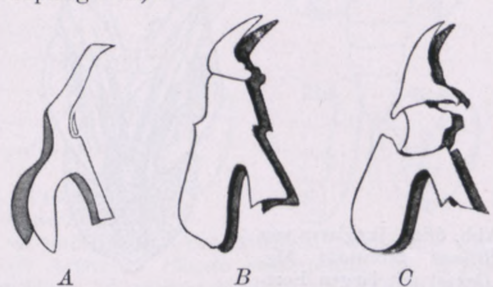


Abb. 679. Mundapparat der Larve von *Tachina larvarum* L.: A erstes Stadium mit unpaarem Mundhaken ohne gelenkige Verbindung; B zweites Stadium mit paarigen Mundhaken und einer gelenkigen Verbindung; C drittes Stadium mit paarigen Mundhaken und zwei gelenkigen Verbindungen. Nach J. C. Nielsen (aus Baer)

Bei jeder Larve sind drei Stadien zu unterscheiden, die vor allem, wenigstens bei Tachininen, an der Ausbildung des Pharyngealskelettes leicht zu erkennen sind (Abb. 679). Beim 1. Stadium ist nur ein unpaarer Mittelzahn vorhanden, der ohne Gelenk direkt in die seitlichen Pharyngealplatten sich fortsetzt; beim 2. Stadium sind paarige sichelförmige Mundhaken vorhanden, die mit den Pharyngealplatten gelenkig verbunden sind, und beim 3. Stadium ist zwischen die paarigen Mundhaken und den Pharyngealplatten ein Schaltstück eingefügt, das sowohl vorne mit den ersteren als auch hinten mit den letzteren gelenkig verbunden ist, so daß hier die Mundhaken eine relativ große Beweglichkeit erlangen (Abb. 679 C).

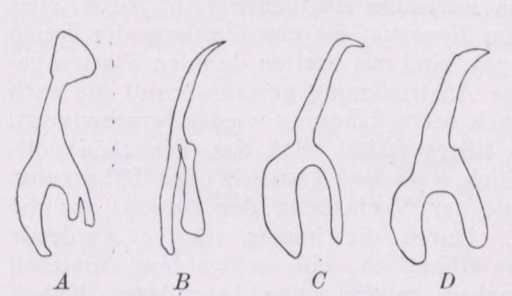


Abb. 680. Verschiedene Formen des unpaaren Mundhakens: A von *Ernestia rudis* Fall. (beilförmig); B von *Ocyptera brassicaria* F.; C von *Phryxe vulgaris* Fall.; D von *Parasetigena segregata* Rdi. Nach Prell und Nielsen



Abb. 681. Vorderstigma des 3. Larvenstadiums von *Parasetigena*. Nach Prell

Die Form des Mundhakens, wie überhaupt des ganzen Pharyngealskelettes ist nach den Arten verschieden und kann zur Erkennung der Arten dienen; so kann z. B. der unpaare Mittelzahn des 1. Stadiums breit beilförmig oder dünn sensenförmig oder an der Spitze hakenartig gekrümmt sein usw. (Abb. 680).



Abb. 682. Junglarve von *Billaea pectinata* Mg. (*Dexie*) mit langen Fortsätzen am Hinterende (Stigmenträger und lokomotorisches Organ). Nach Tölg (aus Baer)



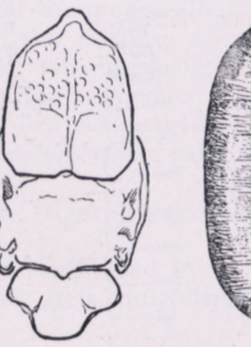


Abb. 683. Puppe von *Ernestia rudis* Fall. aus dem Tönnchen genommen, links Bauch-, rechts Rückenseite. 5 mal vergr. Nach Göpfert

Abb. 684. Tönnchen von *Parasetigena segregata* Rdi. von oben. Nach Prell

Außer dem Pharyngealapparat zeigt auch die Stigmen-Ausbildung bei den drei Stadien mehr oder weniger deutliche Unterschiede: Beim 1. Stadium fehlen die Vorderstigmen und die Hinterstigmen tragen höchstens 2 Knospen; beim 2. Stadium sind die Vorderstigmen meist vorhanden [1]), die Hinterstigmen wenig verändert, und beim 3. Stadium münden die Hinterstigmen meist mit 3 Spirakula (Spalten) auf stark chitinisierten Platten, während die Vorderstigmen oft eine reiche Verzweigung („knospentragendes Bukett") zeigen (Abb. 681).

Zu diesen allgemeinen Unterschieden der 3 Larvenstadien kommen bei manchen Arten noch spezielle, auf besonderer Anpassung beruhende Verschiedenheiten hinzu. So sind z. B. die jungen Larven vieler Dexien, die den Weg zum Wirt selbst finden müssen (s. unten S. 671), mit langen Fortsätzen (Stigmenträgern) versehen, die zum Fortschnellen dienen (Abb. 682), oder die jungen Larven (1. Stadium) von *Ernestia*, die eine Zeitlang der freien Luft ausgesetzt sind (s. unten S. 672), sind mit breiten dunklen Platten gepanzert, die einen Schutz gegen die Austrocknung gewähren und die nach dem Einbohren in den Wirt bzw. nach der 1. Häutung wieder verschwinden.

Die Puppe, die als Pupa libera (Abb. 683) das Tönnchen vollkommen ausfüllt, ist zunächst gelblich weiß und gänzlich ohne Behaarung. Die erste Veränderung beginnt mit der Verfärbung der Augen, der die Ausbildung der Behaarung folgt. Durch die immer stärker werdende Behaarung bekommt die Puppe allmählich ein schwarzes Aussehen (Göpfert). Die Tachinen-Tönnchen zeigen keine besonderen Eigentümlichkeiten gegenüber den anderen Fliegen-Puparien. Sie sind in der Regel von ziemlich ebenmäßiger Ei- oder Tonnenform (Abb. 684), heller

[1]) Es gibt auch Ausnahmen von dieser Regel, so ist *Ernestia rudis* auch noch im 2. Stadium metapneustisch.

oder dunkler braun, braunschwarz oder braunrötlich gefärbt. Die Segmentgrenzen, an denen ja die Tachinentönnchen gegenüber von etwa ebenfalls im Boden liegenden Schlupfwespenkokons (s. Bd. I, Abb. 170) ohne weiteres zu erkennen sind, sind besonders an den letzten 9 Segmenten des Hinterleibes deutlich. Am Ende des Hinterleibs fällt die charakteristische Bildung der Hinterstigmen auf, die, wie auch bei den Larven, zur Unterscheidung der Arten benutzt werden kann. Bei manchen Arten erheben sich die Hinterstigmen auf besonderen Trägern stark über die Oberfläche oder sie vereinigen sich gänzlich zu einem weiter hervorragenden Zapfen (wie z. B. bei *Actia pilipennis*).

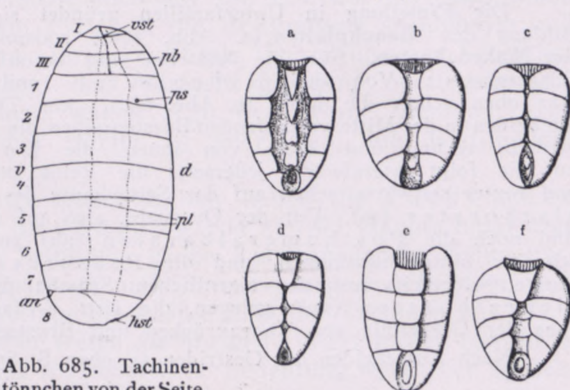


Abb. 685. Tachinentönnchen von der Seite, an Anus, vst vorderes Stigma, pb präformierte Bruchlinie, pl Pleurengrenze, ps Pseudostigma. Nach Prell

Abb. 686. Hinterleib (Unterseite) von: a *Phasia crassipennis* F., b *Nemoraea pellucida* Mg., c *Dexia*, d *Metopia*, e *Sarcophaga* ♂, f *Macronychia*. Nach Girschner (aus Baer)

Auch die Vorderstigmen stehen bisweilen hörnchenartig vor, wie ebenfalls bei der zuletzt genannten Art. Außerdem findet sich öfters noch (z. B. bei *Parasetigena*) am Hinterrand des 4. Segmentes ein Paar eigentümlicher winziger Warzen, welche als Pseudostigmen bezeichnet werden (Baer). Die Oberfläche ist verschieden skulptiert, gewöhnlich treten die feinen Dörnchenkränze an den Segmentgrenzen, sowie die beiden präformierten Bruchlinien an den Seiten der ersten Segmente (Abb. 685) als matte Gürtel bzw. Linien hervor, während alles übrige fein und dicht quergerunzelt ist (Prell).

Das System

Die Systematik der Tachiniden gehört zu den schwierigsten Kapiteln der Dipterologie. Es herrschte hier lange Zeit große Verwirrung, bis erst durch die grundlegenden Arbeiten Fr. Brauers und sodann

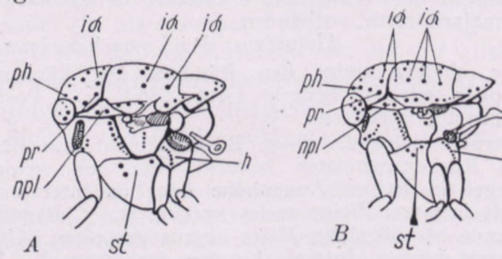


Abb. 687. A Thorax von *Eudoromyia* (linke Seite); B Thorax von *Lucilia caesar* (rechte Seite). h Hypopleuralborsten, st Sternopleuralborsten. Die übrigen Bezeichnungen wie auf Abb. 688. Nach Girschner (aus Baer)

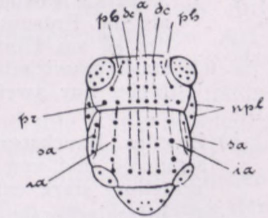


Abb. 688. Thorax von *Eudoromyia magnicornis* von oben: a Akrostichalborsten, dc Dorsozentralborsten, ia Intraalarborsten, sa Supraalarborsten, ph Posthumeralborste, pr Präsuturalborste, npl Notopleuralborsten. Nach Girschner (aus Baer)

Girschners einige Klarheit in das Chaos gebracht wurde. Wir folgen hier mit Baer in der Hauptsache den systematischen Gedankengängen Girschners.

Die Einteilung in Unterfamilien gründet sich vor allem einmal auf die Bildung der **Bauchplatten** (s. Abb. 686), sodann auf die Zahl und **Stellung der Makrochaeten.** Für die letzteren sind besondere Bezeichnungen eingeführt (Chaetotaxis): Von den Hypopleural- und Sternopleuralborsten war oben schon die Rede (s. Abb. 687). Am Thoraxrücken (Abb. 688) heißen die beiden in der Mitte verlaufenden Borstenreihen die Akrostichalborsten (a); seitlich rechts und links von ihnen die Dorsozentralborsten (dc); auf sie folgt lateralwärts jederseits die Reihe der Intraalarborsten (ia) und weiter seitwärts, schon auf der Seitenkante des Thorax gelegen, die Supraalarborsten (sa). Vor der Quernaht, also auf dem vorderen Teil des Thorax, sind noch die Posthumeralborsten (ph) zu nennen, welche die Schulterschwiele hinten umsäumen, und die Präsuturalborste (pr), die äußerste Borste beiderseits auf der eigentlichen Scheibe des Thorax, über den Notopleuralborsten (npl) gelegen, die sich — fast immer zu zweien — dicht über der Grenzlinie von Thoraxrücken und Brustseiten finden.

Nach Ausscheiden der Oestriden (s. oben S. 653) haben wir noch sechs

Unterfamilien der Tachiniden

A. Bauchmembran vorhanden und die Bauchplatten rings umgebend (Abb. 686 a); Sternopleuralborsten meist 1 : 1 oder 0 : 1. Clypeus mehr oder weniger nasenrückenartig erhoben. Hauptsächlich Wanzenparasiten. Unterfam. Phasiinae

B. Bauchmembran fehlend.

a) Zweites Bauchsegment schuppenartig auf den Innenrändern des entsprechenden Rückensegmentes liegend oder schildartig die Innenränder nur berührend (Abb. 686 d—f). Postscutellum wenig entwickelt und kaum hervortretend.

1. Äußerste Posthumeralborste tiefer stehend als die Präsuturalborste. 5. Bauchsegment des ♂ bis über die Mitte hinaus gespalten, zuweilen stark entwickelt. Meist nur 2 hintere Intraalarborsten. Körperfärbung sehr oft metallisch. Fühlerborste in der Regel lang gefiedert. Stigmen zuweilen auffallend groß. Augen beim ♂ auf der Stirn genähert oder sich berührend, beim ♀ breit getrennt . . Unterfam. Calliphorinae

2. Äußerste Posthumeralborste höher stehend als die Präsuturalborste oder in gleicher Höhe mit ihr. 5. Bauchsegment des ♂ am Hinterrande gerade oder nicht sichtbar. Fühlerborste nackt oder meist nur in der Wurzelhälfte gefiedert oder pubescent. Sternopleuralborsten meist 2 : 1 oder 1 : 1 : 1. Akrostichalborsten oft fehlend. Intraalarborste vor der Quernaht nur ausnahmsweise vorhanden . . . . Unterfam. Sarcophaginae

3. Äußerste Posthumeralborste (oft nur diese eine vorhanden) höher stehend als die Präsuturalborste oder in gleicher Höhe mit ihr. 5. Bauchsegment des ♂ am Hinterrande bis über die Mitte hinaus gespalten, oft auffallend stark entwickelt. Fühlerborste in der Wurzelhälfte behaart, selten nackt. Meist nur zwei hintere Intraalarborsten vorhanden. Unterfam. Rhinophorinae

b) Zweites Bauchsegment wie die übrigen unter den Rändern der Rückensegmente und von ihnen ganz oder teilweise bedeckt (Abb. 686 b—c). Postscutellum stark entwickelt, beulenartig vortretend.

1. Intraalarborste vor der Quernaht fehlend. 2.—5. Bauchsegment von den kielartig zusammentretenden Rückensegmenten bedeckt oder nur wenig sichtbar. Fühler in der Regel in halber Augenhöhe oder darunter angesetzt. Fühlerborste sehr oft behaart. Beine meist verlängert. 5. Bauchsegment des ♂ am Hinterrande bis über die Mitte hinaus gespalten. Oft nur eine Posthumeral- und zwei hintere Intraalarborsten vorhanden. Unterfam. Dexiinae

2. Intraalarborste vor der Quernaht vorhanden; fehlt sie, dann sind die Bauchsegmente ziemlich breit sichtbar *(Ernestia)*, oder das 5. Bauchsegment des ♂ ist rudimentär *(Tachina)* (dasselbe sonst gespalten). Fühler

meist höher als in halber Augenhöhe angesetzt. Fühlerborste nackt. Wenigstens zwei Posthumeral- und drei hintere Intraalarborsten vorhanden . . . . Unterfam. Tachininae

Die systematische Übersicht auch auf die Arten der Tachiniden auszudehnen, ist hier nicht am Platz, da die Bestimmung so mühsam und schwierig ist, daß man zu ihrer richtigen Durchführung Spezialist werden müßte. Wer trotzdem den Versuch, gezogene oder gefangene Tachinen selbst zu bestimmen, wagen will, der nehme die Baersche Tabelle zur Hand. Ratsamer dürfte es aber sein, die Bestimmung Spezialisten zu überlassen.

Von den hier genannten Unterfamilien haben die Tachininae forstlich die größte Bedeutung, da sie die Hauptschmarotzer der als Forstschädlinge eine besonders große Rolle spielenden Schmetterlingsraupen (Nonne, Eule, Spanner) und Blattwespenlarven *(Diprion)* enthalten. Ihnen gehört auch weitaus die größte Zahl der Tachinen an.

Den Tachininen gegenüber treten die übrigen Unterfamilien sowohl in bezug auf Umfang als auch auf wirtschaftliche Bedeutung wesentlich zurück.

Die Dexiinen, die in der Mehrzahl schlanke Formen enthalten (s. Abb. 676 B) und die eine gewisse Vorliebe für verborgen lebende Wirte haben, kommen für uns hauptsächlich als Parasiten forstschädlicher Käfer in Betracht, so von *Saperda populnea* F., *Melasoma,* ferner von Engerlingen *(Melolontha, Rhizotrogus, Polyphylla)* usw.; dann kommen sie aber auch in Schmetterlingsraupen vor, wie in Sesien, *Thaumatopoea* und vereinzelt auch in Beerenwanzen.

Die Rhinophorinae, die nur wenige kleine bis höchstens mittelgroße Arten enthalten, spielen forstlich nur eine ganz unwesentliche Rolle (vielleicht als Parasiten von *Callidium).*

Die Phasiinae, die sich meist durch flachgedrückten (seltener durch kugelrunden) Hinterleib vor den anderen Tachinen auszeichnen (Abb. 676 D), sind in erster Linie Schmarotzer erwachsener Schildwanzen, doch vereinzelt auch von Käfern (z. B. *Brachyderes).*

Die Sarcophaginen zeigen alle möglichen Übergänge von Saprophagie zum Parasitismus, und in vielen Fällen ist die Frage, ob Saprophyt oder Parasit, noch nicht geklärt [1]). Immerhin ist in einer Reihe von Fällen echter Parasitismus nachgewiesen, so z. B. vor allem bei den verschiedenen in Heuschrecken schmarotzenden *Sarcophaga*-Arten [2]). Was es aber mit den oft in ungeheuren Massen bei Nonnen und Spinnergradationen auftretenden Sarcophagen für eine Bewandtnis hat, ist im einzelnen noch genauer zu untersuchen. Für *Sarcophaga schützei* hat Gößwald nachgewiesen, daß sie Aasfliege ist, die vor allem kranke und tote Raupen belegt; die wirtschaftliche Bedeutung dieser Art liegt nach ihm „darin, daß sie infolge ihres sehr zahlreichen Vorkommens in Nonnenkalamitätsgebieten den Schaden von Raubinsekten u. dgl., welche den Tönnchen und Imagines der

[1]) Die *Miltogrammatini* sind allerdings wohl meist Brutparasiten in Bienen-, Hummel- und Wespennestern; sie können hierdurch einerseits nützlich werden z. B. durch Vernichten des sehr schädlichen Bienenwolfs, andererseits auch schädlich als Vertilger der nützlichen Sandwespe *(Ammophila).*

[2]) Die befallenen Heuschrecken bleiben am Leben; jedoch bleibt die Ausbildung der Geschlechtsorgane und der Flugmuskulatur mehr oder weniger zurück („Aptenie et castration parasitaire"), so daß die betreffenden Tiere beim Schwärmen nicht mitkommen und sich ihrem Schicksal ergeben müssen.

nützlichen Tachinen *(Parasetigena)* nachstellen, auf mindestens die Hälfte reduzierten".

Und was endlich die Calliphorinae, zu denen die bekannten Schmeiß- und Leichenfliegen gehören, betrifft, so sind sie echte Aas- und Exkrementen-Fresser. Als Parasiten der Forstschädlinge kommen sie nicht in Frage. Doch können sie in Wunden oder durch Zufall in das Innere von Wirbeltieren gelangen und so zu Parasiten werden (Fritsche, Martini). Die grünen und blauen Fliegen, *Lucilia caesar* L. und *sericata* Mg. („blowflies" der Engländer) sind auf diese Weise in Schottland, Holland, Australien usw. zu einer Plage für die Schafzucht geworden. Die hilflosen Nestjungen von Vögeln werden bisweilen von den Larven der Gattungen *Phormia (Protocalliphora)* und *Lucilia* durch ihren Fraß unter der Haut und in der Nasen- und Rachenhöhle getötet. „Als ein immer regelrechter Parasitismus wird das Vorkommen von *Lucilia silvarum* Mg. *(bufonivora* Auct.) in Kröten und Fröschen angesehen."

Bionomie

Aufenthalt und Lebensdauer

„Schon mit den ersten wärmenden Strahlen der Frühlingssonne, gleichzeitig mit den ersten Andrenen an den noch kaum sich öffnenden Blüten der Salweide, erscheinen die Tachinen und gehören zu den letzten, die verschwinden, wenn im Spätherbst alles Insektenleben erlischt." Die Fliegen haben ein lebhaftes Nahrungsbedürfnis, und man trifft sie daher meist auf Blüten sitzend, im Frühjahr auf Weidenblüte, im Sommer vor allem auf Dolden. Im Wald scheinen sie Bäume, die mit Pflanzenläusen besetzt sind, besonders zu bevorzugen, wohl wegen den von diesen ausgeschiedenen zuckerhaltigen Exkrementen (Göpfert). Auch an Abfall und Fäulnisstoffen aller Art sieht man sie saugen. Mit Vorliebe suchen sie die Strahlen der Sonne und sie werden mit steigender Wärme immer lebhafter und oft auch ungestümer und wilder (worauf auch die Namen *fera, ferox* usw. hindeuten).

Die Lebensdauer der Tachinen ist verhältnismäßig lang und kann sich über mehrere Monate erstrecken. Göpfert konnte die Eulentachine *Ernestia rudis* 1—1½ Monate am Leben erhalten, wobei die ♂♂ durchschnittlich weniger lang lebten als die ♀♀. Das Weibchen von *Helicobosca muscaria* lebte in der Gefangenschaft 8—9 Wochen.



Abb. 689. Schlüpfende Tachine mit ausgestülpter Stirnblase

Schlüpfen

Das Schlüpfen der Tachinen aus den Tönnchen fällt meist in die Morgenstunden, selten in die Nacht. Nach Göpfert liegt die Hauptzeit des Schlüpfens bei *Ernestia rudis* etwa um 7 Uhr morgens; das Ausstrecken der Flügel und das Nachdunkeln bzw. Ausfärben beansprucht mehrere Stunden (je nach der Witterung länger oder kürzer), so daß um die Mittagszeit die meisten Fliegen äußerlich fertig sind. Ebenso schlüpft die Nonnen-

tachine *Parasetigena segregata* nach G ö ß w a l d „in den frühen Morgenstunden"; selten — bei kalter Witterung — „war noch eine unausgefärbte Tachine in den Nachmittagsstunden zu sehen". Im allgemeinen scheint die Protanderie die Regel zu sein. Die Schlüpfzeit kann sich über mehrere Wochen hinziehen, bei trübem, kaltem Wetter länger als bei warmem.

Kopula

Die K o p u l a findet meist schon sehr bald nach dem Ausschlüpfen statt; nach G ö p f e r t bei *Ernestia* schon „in den ersten Tagen", und zwar am Boden oder auf Zweigen sitzend oder aber auch im Fluge (S a c h t - l e b e n). G ö ß w a l d, der den Vorgang der Begattung von *Parasetigena segregata* im Freien beobachtet hat, schildert denselben folgendermaßen: Die ♂♂, die erhärtet und ausgefärbt sind, fliegen dicht über dem Boden (etwa 3—5 cm hoch) suchend umher, wo eine große Anzahl von frisch geschlüpften ♀♀, meist noch mit Flügelstummeln, hellgrau gefärbt und noch nicht erhärtet, herumkriechen. Nach Verlauf einer halben Stunde sind eine Menge Tachinenpärchen in Kopula zu sehen, die ♀♀ jetzt mit entfalteten Flügeln, jedoch noch nicht erhärtet. Meist bleiben die Pärchen am Boden, oder das ♀ kriecht eine kurze Strecke (20—30 cm) an einen Baumstamm empor, und setzt sich hier so, daß es mit dem Kopf nach abwärts gewandt ist und das ♂ bequem getragen werden kann. Doch sind die ♂♂ auch in der Lage, das ♀, das noch nicht fliegen kann, im langsamen Flug bis etwa 30 m weit mit in die Baumkrone hinaufzunehmen.

Die S t e l l u n g der beiden Tiere bei der Kopula ist (bei *Ernestia*) derart, daß das ♂, den Hinterleib etwas vorgezogen, aufrecht an dem ♀ sitzt; mit den Hinterbeinen klemmt es sich fest gegen die Seite des Abdomens vom ♀ und benützt auch die mittleren Beine noch zum Halten, während die Vorderbeine frei in die Luft stehen (Abb. 690). Die D a u e r ist verschieden lang: bei *Ernestia* wurden 2 Minuten bis 1/4 Stunde beobachtet, im Durchschnitt 10 Minuten; bei *Parasetigena* „wenige Sekunden bis zu einer halben Stunde; erfolgreich dürften dabei bloß die längeren Vereinigungen sein" (P r e l l). *Sturmia scutellata* blieb in einzelnen Fällen sogar 4 bis 5 Stunden lang vereinigt (B a e r). Die öftere Begattung eines ♀ ist häufig beobachtet, ist aber nicht etwa notwendig zur Füllung der 3 Receptacula seminis; letztere können durch eine einmalige ausgiebige Kopula gefüllt werden.



Abb. 690. *Ernestia rudis* in Kopula. Nach Göpfert

Wärme und Sonnenschein wirken entschieden anregend auf den Begattungstrieb. Bei einzelnen Arten (z. B. *Servillia ursina*) scheint es gelegentlich zu einer Art Hochzeitsflug zu kommen. Nach B a e r s Beobachtungen stiegen an einem warmen Frühlingstag namentlich die ♂♂ dieser Tachine, die im allgemeinen nicht häufig ist und für gewöhnlich am besonnten Boden kopuliert, in auffallender Menge, nach Syrphidenart bald stoßweise fliegend, bald schwirrend an einer Stelle längere Zeit verweilend, immer höher empor. Dazwischen waren aber nicht selten plötzlich auch kopulierende Paare zu beobachten, die sich offenbar erst in der Luft zusammengefunden hatten.

Der Zeitpunkt der Kopula fällt durchaus nicht immer zusammen mit dem Zeitpunkt der Erlangung der Reife bei den ♀♀. Wie wir ja oben gehört haben, werden die ♀♀ von *Parasetigena* in einem äußerlich noch vollständig unfertigen Zustand begattet. Und auch die Geschlechtsorgane und Eier sind zu dieser Zeit noch völlig unausgereift. Ja, nach Prell wird bei *Parasetigena* der Reifungsprozeß erst durch eine vorausgegangene erfolgreiche Begattung eingeleitet. Sofort nach dem Schlüpfen isolierte Weibchen zeigten bei dieser Art selbst nach mehrwöchentlicher Frist nicht den geringsten Ansatz einer Entwicklung der Ovariolen. Prell bezeichnet als „Latenzzeit" die Zeit, die zwischen Begattung und Eiablage gelegen ist, während der Zeitpunkt des Schlüpfens aus der Puppe ganz gleichgültig zu sein scheint.

Wo die Eientwicklung bis zur Larve im weiblichen Körper stattfindet, unterscheidet Prell eine primäre und sekundäre Latenzperiode: die erstere umfaßt den Zeitraum von der Begattung bis zum Übertreten der ersten Eier aus den Ovariolen in die Geschlechtswege, die letztere die Zeitspanne vom Beginn bis zur Beendigung der Embryonalentwicklung bzw. zur Larvenentwicklung.

Die Reifungsperiode kann bei den einzelnen Arten recht verschieden lang sein, und zwar einmal je nach dem Entwicklungsstand, in welchem die Eier sich beim Schlüpfen der Imagines befinden, und sodann als Reaktion auf klimatische und andere Einwirkungen. So schlüpft z. B. der Spannerparasit *Lydella nigripes* in beiden Geschlechtern schon fast vollständig ausgereift aus der Puppe, so daß die ♀♀ schon wenige Tage nach der Kopula mit der Eiablage beginnen. Bei *Parasetigena segregata* dauert die Ausreifung bei einer Temperatur von 16—20 °C etwa 12 Tage, während bei 12 °C eine solche überhaupt unterbleibt. Bei der Eulentachine *Ernestia rudis*, die die Eier in fast völlig entwickeltem Zustand ablegt (ovovivipar), umfaßt die gesamte Latenzzeit (primäre + sekundäre) nach Prell und Göpfert bei normaler Sommertemperatur 25 Tage. Diese lange Dauer wird ohne weiteres verständlich, wenn wir die von Prell ausführlich geschilderten starken Veränderungen berücksichtigen, die sich am weiblichen Geschlechtsapparat durch Umbildung der Vagina zum Brutraum vollziehen, wobei letztere eine Länge erreichen kann, die die der Fliege um ein Mehrfaches übertrifft und daher nur durch schneckenhausartige Aufwindung Platz in dem kurzovalen Hinterleib findet (siehe Bd. III, Abb. 571 S. 714). Klimatische Einflüsse sind in diesem Fall von weit geringerer Wirkung als bei *Parasetigena*. Prell konnte durch niedere Temperaturen nur die primäre Reifungsperiode verlängern von 4 auf 6—10 Tage, während die sekundäre Reifungsperiode dadurch nur sehr wenig beeinflußt wurde.

Nach Gößwald scheint auch die Quantität und Qualität der Nahrung einen Einfluß auf die Reifungsperiode zu haben: gut gefütterte ♀♀ von *Parasetigena* begannen nach 2 Wochen, schlecht gefütterte erst nach 3 Wochen ihre Eier abzulegen. Diese Verzögerung kann für die Tachine vorteilhaft sein, wenn nämlich dadurch verhindert wird, daß die Ablage der Eier auf zu kleine Raupen erfolgt, in denen die Maden sich nicht voll entwickeln können.

Eiablage

Die E i a b l a g e stellt ein überaus mannigfaltiges Kapitel in der Lebensgeschichte der Tachinen dar. Die Mannigfaltigkeit äußert sich 1. in dem verschiedenen Entwicklungszustand, in dem die Eier abgelegt werden, 2. in der Art, in der Eier oder Larven an bzw. in das Wirtstier gebracht werden (Infektionsart), 3. in der Zahl der Eier (Fruchtbarkeit).

Bezüglich des E n t w i c k l u n g s z u s t a n d e s der abgelegten Eier finden wir die beiden Extreme: völlig unentwickelt und völlig entwickelt (bis zur Larve). Wir können also ovipare und larvipare Tachinen unterscheiden. Doch sind die beiden Extreme durch zahlreiche Übergänge verbunden. Eine häufige Form ist die Ovoviviparität, d. h. die Ablage von Eiern mit völlig entwickelten Embryonen, die sofort nach der Ablage frei werden, ein Fall, wie wir ihn z. B. bei *Ernestia rudis* kennengelernt haben. Andererseits können auch bei oviparen Arten die Eier schon e i n e n T e i l der Entwicklung zurückgelegt haben. Charakteristisch ist für die Oviparität der Umstand, daß die Larven nicht unmittelbar, sondern erst nach kürzerer oder längerer Zeit den Eiern entschlüpfen. „Bedenkt man", schreibt B a e r , „daß die Oviparität bei den geringeren Komplikationen, die sie von dem mütterlichen Organismus verlangt, jedenfalls phylogenetisch die ältere ist, so wird es nicht wunder nehmen, daß insofern Übergänge zur Viviparität bestehen, als die Eier schließlich in jedem Stadium der Entwicklung abgelegt werden können. Das kann sogar so weit gehen, daß ein und dieselbe Art, die offenbar im Begriff steht, sich aus einer oviparen in eine vivipare zu verwandeln, dazu imstande ist *(Carcelia cheloniae).*"

Infektion des Wirtes

Die Art der Infektion des Wirtstieres kann auf drei verschiedene Wege vor sich gehen:

1. Die Eier werden äußerlich an den Wirt abgelegt. — Als bekanntestes Beispiel hierfür sei die Nonnentachine *(Parasetigena segregata)* genannt, über deren Benehmen bei der Eiablage P r e l l eine sehr anschauliche Schilderung gibt: „Bei der ersten Bewegung der Raupe wird die Tachine unruhig und hebt sich durch Strecken der Beine höher von der Unterlage ab. Versucht dann die Raupe wegzukriechen, so kommt auch Leben in die Fliege. An der Raupe vorbeieilend, stellt sie sich an deren Vorderteil seitlich in 1—2 cm Entfernung auf. Ihre Stellung dabei ist sehr charakteristisch: Die Beine sind weit gespreizt, die Vorderbeine sind stärker gestreckt als die anderen; es macht den Eindruck als ob das Tier völlig sprungbereit sei und nur einen geeigneten Angriffspunkt suche. Eine gute Vorstellung von dem Benehmen der Fliege gibt der Vergleich mit einem Hunde, der ein langsam schreitendes Pferd von vornher anbellt. Wie sich die Raupe weiter bewegt, so folgt auch die Tachine, indem sie ruckweise seitlich wie ein Taschenkrebs weiterläuft, immer den Kopf nach der Raupe gerichtet. Manchmal tritt sie auch vor die Raupe, als wolle sie dieselbe auf ihrem Weg aufhalten, läßt sie bis auf wenige Millimeter Entfernung herankommen und weicht dann rasch laufend rückwärts oder seitlich aus. Währenddessen sieht man von Zeit zu Zeit eine pumpende Bewegung des Hinterleibsendes. Plötzlich fliegt oder springt die Tachine mit kurzem

Satz auf die Raupe, und scheinbar ohne sich auf ihr niedergesetzt zu haben, fliegt sie wieder ab. Während des Anfluges wird blitzschnell der Legeapparat ausgestülpt, und es hat den Anschein, als ob die Fliege nur mit dem vorgestreckten Hinterleibsende die Raupe berühre. In den meisten Fällen wird dieser kurze Zeitraum ausreichen, um ein Ei auf der Raupe anzuheften. Sehr oft fliegt aber die Tachine ab, ohne daß ihr eine Eiablage geglückt ist. Nach der Eiablage, ob sie nun geglückt ist oder nicht, setzt sich die Fliege in größerer Entfernung von der Raupe nieder und putzt mit den Bürsten der Hintertarsen den Legeapparat, den sie dabei unter Hochheben des Abdomens mehrfach aus- und einstülpt. Bringt man nun aufs neue eine Raupe in ihre Nähe, so wiederholt sich das Spiel in der Regel sofort wieder.

Der Legetrieb ist in seiner Stärke in weitgehendem Maße von äußeren Umständen abhängig. Während bei kühlem, regnerischem Wetter die Fliegen kaum aus ihrer Ruhestellung in einem verborgenen Winkel herauszulocken sind, zeigen sie bei warmer Temperatur eine sehr starke Neigung zur Eiablage. Besonders bei direkter Besonnung und bei Gewitterschwüle ist sie sehr groß.

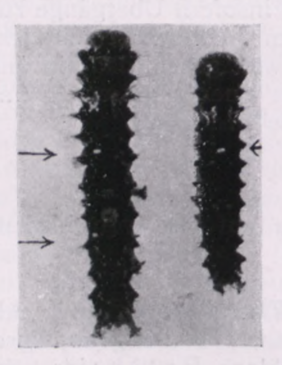


Abb. 691. Nonnenraupen mit Tachineneiern

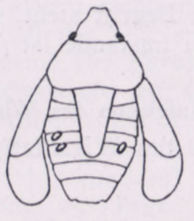


Abb. 692. Schildwanze mit 3 Tachineneiern (von *Cystogaster globosa* F.). Nach J. C. Nielsen (aus Baer)



Abb. 693. Ein Stück Raupenhaut mit der leeren Eischale von *Parasetigena segregata* Rdi., davor das Einbohrloch mit dem Hinterende der geschlüpften Made. Nach Prell

In den Versuchen wurden die Tachinen lediglich durch die Bewegung der Raupe zur Eiablage veranlaßt, und zwar nur dann, wenn die Raupe sich in einer Entfernung unter 6 cm von ihnen befand. Eine ruhende Raupe scheint gar keinen Reiz auf die Fliege auszuüben, „sie laufen an ihr vorbei oder klettern sogar auf ihr herum, ohne auch nur einen Versuch zur Eiablage zu machen".

Die Eier werden an fast allen Körperteilen des Wirtstieres befestigt. Bei Raupen wird selbst die harte Kopfkapsel nicht verschont, wenn sie auch seltener belegt wird als die weichen Partien des Körpers. Wo es sich um Imagines als Wirtstiere handelt, wie z. B. Schildwanzen, werden die Eier teils auf der weichhäutigen Oberseite des Abdomens (Abb. 692) in dem Augenblick, in dem die Flügeldecken zum Abfliegen ausgebreitet werden, abgelegt (z. B. *Phasia crassipennis* bei *Eurygaster* und anderen Schildwanzen), teils von der Seite her unter die Flügel geschoben (*Cystogaster globosa* F. bei der Wanze *Aelia*), teils aber auch an das festgepanzerte Pronotum,

Prosternum, oder die Kopfoberseite (wie *Gymnosoma* bei verschiedenen Pentatomiden) geklebt. Bei einigen Tachinen *(Carcelia)* werden die gestielten Eier häufig an den Haaren der Raupen befestigt, anstatt wie meist auf der Haut (s. Abb. 677 B).

Die junge Larve bohrt sich in der Regel da, wo sie das Ei verließ, in den Wirt ein. Aus den Eiern ohne Öffnungsmechanismus („oeufs indéhiscents") bohrt sich die Made auf der Ventralseite des Eies durch die Eischale und zugleich die darunterliegende Haut des Wirtes durch, so daß die Einbohrstelle von der leeren Eihülle bedeckt ist [1]). Die aus den Eiern mit Öffnungsmechanismus („oeufs déhiscents") schlüpfenden Maden schlitzen die Nähte an dem vorderen Pol auf und fangen nun sofort an, mit dem Mundzahn die unmittelbar vor dem Ei gelegene Hautpartie des Wirtes zu bearbeiten. Mit dem Hinterende noch in der Eischale steckend bohren sie sich allmählich ein, nach und nach jenes aus der schützenden Hülle nachziehend (Abb. 693). Die jungen Maden gehen dabei vielfach recht gemächlich zu Werke und können 3—4 Stunden brauchen, bis sie völlig im Wirt versenkt sind. Letzterer zeigt während des Einbohrens nicht die geringste Beunruhigung.

2. Die Eier bzw. Larven werden in der Umgebung des Wirtes, besonders auf dessen Futterpflanze, abgelegt. — Dies kann in verschiedener Weise geschehen:

a) Vivipare Dexien und Sarcophagen begnügen sich damit, ihre Larven dem Erdboden oder Baummulm anzuvertrauen, wo sich Engerlinge, Bockkäferlarven usw. aufhalten, und überlassen es ihnen, weiterhin ihren Weg selbst zu finden. Manche Larven dieser Gruppe lassen Anpassungsmerkmale erkennen, wie die Larve von *Billaea,* die am Hinterende mit langen Stigmenträgern mit Stützborsten zur Fortbewegung ausgerüstet ist (Abb. 682).

b) Andere Tachinen, wie z. B. *Ernestia rudis,* suchen die Weideplätze ihrer Opfer oder die Gespinstbahnen, auf denen sie ab und zu wandern, auf und heften hier die vollentwickelten Eier bzw. die bei oder unmittelbar nach der Ablage auskriechenden Lärvchen auf den Nadeln und Blättern fest an. Während des Anheftens öffnet sich am vorderen Ende die Eischale, die sich von der winzigen Made abstreift, sich zusammenschiebt und so eine Art Becher bildet, in dem nun die Larve in halb aufgerichteter Wartestellung sitzt (Abb. 694). Nach Prell wählen die ♀♀ nur solche Nadeln zur Eiablage aus, an welchen Raupen fressen oder auf welchen sich ein feiner Gespinstfaden befindet, wo also die Wahrscheinlichkeit mit einer Raupe in Berührung zu kommen, ziemlich groß ist. Nach Göpfert allerdings legen die Tachinen-♀♀ im Zuchtkäfig nicht nur an die Nadeln und Zweige, sondern überall am Boden, an den Wänden usw. ab. Nähert sich dem wartenden Lärvchen eine Raupe, so führt es lebhafte pendelnde Suchbewegungen aus. Gelangt es dabei mit dem Kopf an eine Raupe, so klebt

[1]) Dabei scheint die leere Eischale noch die Aufgabe zu haben, die Wunde gegen Mikroben abzuschließen; wenigstens wandern die Maden in diesen Fällen fast stets zunächst tiefer in den Wirt ein, um erst später ein sekundäres Atemloch zu bilden, während die aus den „oeufs déhiscents" kommenden Maden das frei vor dem vorderen Pol des Eies gelegene Einbohrloch sogleich als sogenanntes primäres Atemloch benützen, damit zugleich jenes verschließen und den Wirt vor Mikroben schützen.

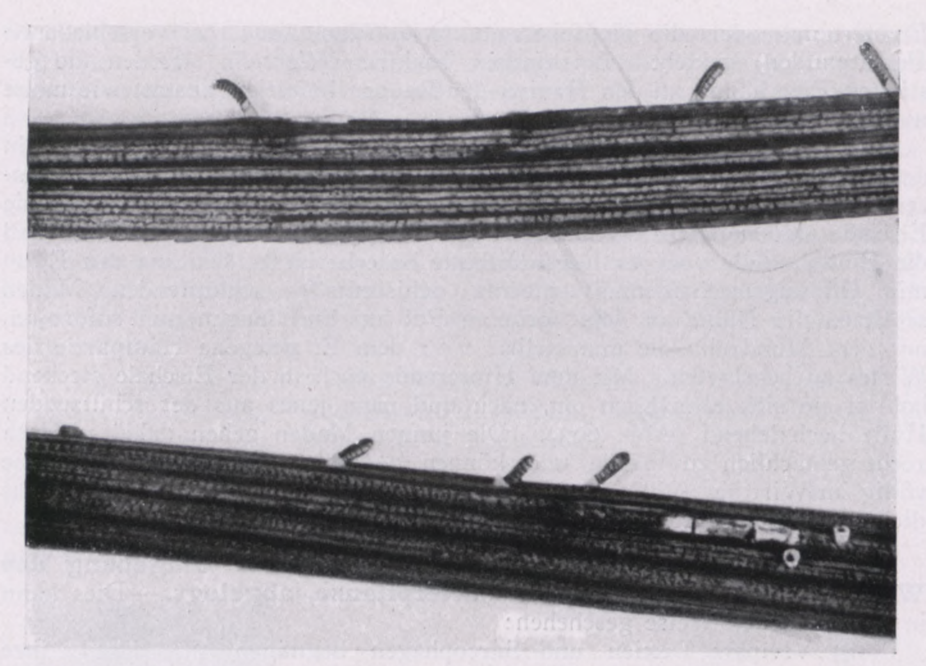


Abb. 694. Auf Kiefernnadeln abgesetzte Larven der Eulen-Tachine *Ernestia rudis* Fall. 8/1. Nach Göpfert

es mit einer inzwischen aus dem Munde ausgetretenen Flüssigkeit an der Haut derselben so fest, daß es aus dem Becher losgelöst wird. Auf diese Weise auf der Raupe angelangt (Abb. 695), bohrt es sich entweder gleich am Anheftungsort oder an irgendeiner anderen durch aktive Wanderung gefundenen geeigneten Stelle in dieselbe ein; der Vorgang des Einbohrens spielt sich in sehr kurzer Zeit ab, von 30 Sekunden bis 3—4 Minuten (je nach dem Alter der Raupe und der Dicke der Raupenhaut). Wenn keine Raupen an den wartenden Larven vorbeikommen, so sterben diese nach einiger Zeit ab. Bei normaler Temperatur können die Larven 4—8 Tage am Leben und infektionsfähig bleiben, bei abnorm hohen Temperaturen gehen sie jedoch schon nach kurzer Zeit ein [1]). Die „Wartezeit" der Junglarven ist eine sehr kritische Periode im Leben dieser Tachinen. Eine große Zahl der Nachkommen geht während ihr zugrunde. Daher kommt den in diese Gruppe gehörigen Arten eine verhältnismäßig große Eizahl zu.

c) Eine 3. Gruppe legt ihre winzig kleinen Eier auf die Blätter der Futterpflanze ihres Wirtes (s. Abb. 677 C), und zwar mit Vorliebe an frisch befressene Blattränder, oder auch an die Unterseite, wo sie Schutz gegen Sonne und Regen finden. Hier werden sie von den Raupen beim Weiterfressen unbemerkt [2]) mit der Nahrung aufgenommen. Die so in den Darm

---

[1]) Als Anpassung an das freie Leben der kleinen Lärvchen ist die Panzerung der Haut mit breiten dunklen Platten anzusehen, die, besonders wenn die Larve zusammengezogen ist und dadurch die Platten aneinanderstoßen, einen Schutz gegen zu schnelles Austrocknen bietet.

[2]) „Die Eier sind noch um vieles winziger als die einzelnen Blattstückchen, welche die Raupen hinabschlingen (oft um das 6—8fache)."

gelangten Eier schlüpfen sofort aus — die Eier werden schon vollkommen entwickelt abgelegt — und bohren sich durch die Darmwand durch, um in der Leibeshöhle alsbald die gleichen Bedingungen zu finden wie die übrigen Tachinenmaden [1]).

d) Das Gefressenwerden der Eier, das im vorhergehenden Fall mehr oder weniger Zufallssache ist, wird von dem ♀ von *Rondania dimidiata* Mg. dadurch sichergestellt, daß es, wie de Fluiter und Blijdorp beobachtet haben, mit Hilfe seiner stark verlängerten Legeröhre seine Eier dem fressenden Käfer (*Brachyderes incanus* L.) zwischen die Mundteile schiebt (Abb. 696) (s. Escherich 1936).

3. Die Brut wird in das Wirtstier abgesetzt. — Zu diesem Zweck besitzen die ♀♀ einen besonderen Legeapparat (Dorn), mit dem sie die Haut ihrer Opfer durchbohren, um so ihre Brut in deren Inneres befördern zu können. Der Legeapparat kann recht verschiedenartig gebaut und mit Hilfsorganen zum Festhalten der Opfer („Sägebauch") versehen sein (Abb. 697).



Abb. 695. Eulenraupe mit drei Junglarven von *Ernestia rudis* kurz vor dem Einbohren. 5/1. Nach Göpfert

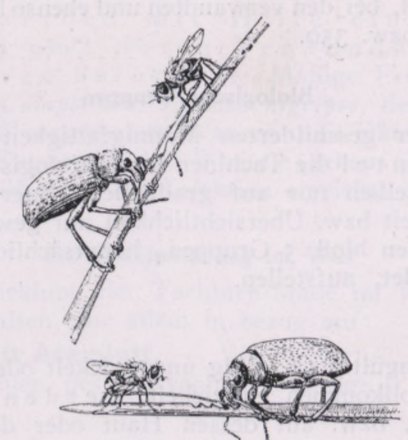


Abb. 696. Die Tachine *Rondania dimidiata* Mg. schiebt ihre kleinen Eier mit einer langen Legeröhre dem fressenden Käfer (*Brachyderes incanus* L.) zwischen die Mundteile. Nach de Fluiter u. Blijdorp

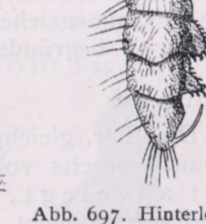


Abb. 697. Hinterleib von *Compsilura concinnata* Mg. (von der Seite) mit dem Legedorn und dem „Sägebauch". 12/1. Nach Baer

In diese Gruppe von Tachinen gehören in unserem Faunengebiet die beiden sehr polyphagen Arten *Compsilura concinnata* Mg. und *Lydella nigripes* Fall. und der *Diprion*-Parasit *Ceromasia inclusa* Hart. [2]).

Fruchtbarkeit

Die Zahl der Eier ist bei den Tachiniden sehr verschieden. Es bestehen deutliche Beziehungen zwischen der Art der Infektion, der Größe

[1]) Diese Art der Infektion erschien anfänglich so seltsam, daß man dem Entdecker derselben, dem Japaner Sasaki, lange nicht recht glauben wollte.

[2]) Pandelleia sexpunctata Pand., ein Imaginalparasit des Rüsselkäfers Otiorrhynchus sulcatus F., legt, wie Thiem (1922) vermutet, die Eier mit Hilfe seiner sehr langen Legeröhre durch die Afteröffnung in den Käfer.

der Eier und ihrer Zahl, so daß man im allgemeinen von einer Gegebenheit auf die andere schließen kann. Je sicherer der Weg der Infektion ist, desto geringer ist in der Regel die Zahl der produzierten Eier. So ist bei jenen Arten, die ihre Eier direkt in den Wirtskörper versenken oder an einer verborgenen Stelle (z. B. unter den Flügeldecken) außen am Körper anbringen, die Fruchtbarkeit im allgemeinen gering oder mäßig (etwa 30 bis 100 Eier). Im Gegensatz hierzu stehen jene Arten, deren Larven als Wegelagerer in der Nähe der Wirte befestigt oder deren winzige Eier mit der Nahrung aufgenommen werden oder endlich solche, deren Larven einfach dem Erdboden anvertraut werden. Hier begegnen wir Eizahlen von 1000 bis 5000 und mehr. Und zwischen diesen beiden Extremen liegen Eizahlen von etwa 100—400, die bei solchen Tachinen die Regel sind, die ihre Eier außen auf dem Wirt anbringen. Es kommen auch Ausnahmen von den hier aufgestellten Beziehungen vor, die auf irgendwelchen uns noch unbekannten bionomischen Eigenschaften beruhen. So hat man z. B. bei der Dexie *Microphthalma disjuncta* Wied., einem Engerlingsschmarotzer, dessen Larve im Boden abgelegt, den Weg zu ihrem Opfer selbst suchen muß, 2000 Eier im Uterus festgestellt, bei den verwandten und ebenso lebenden *Dexia rustica* und *vacua* nur 300 bzw. 350.

Biologische Gruppen

Auf Grund der geschilderten Mannigfaltigkeit der Fortpflanzungsverhältnisse teilt Pantel die Tachinen in 10 biologische Gruppen ein. Da jedoch mehrere derselben nur auf graduellen Unterschieden beruhen, so wird die Brauchbarkeit bzw. Übersichtlichkeit nur gewinnen, wenn wir hier durch Zusammenziehen bloß 5 Gruppen, hauptsächlich auf der Infektionsart begründet, aufstellen.

I. Gruppe

Die Eier, gleichgültig ob völlig unentwickelt oder mehr oder weniger oder auch bereits vollkommen entwickelt, werden außen auf dem Wirt abgelegt, bzw. auf dessen Haut oder den Haaren befestigt. Zahl der Eier nicht übermäßig groß. Hierher gehören die Raupenparasiten *Parasetigena, Tricholyga, Tachina, Ptychomyia, Nemorilla, Winthemia quadripustulata* F., *Carcelia cheloniae* Rond. und *gnava* Mg., *Leskia, Voria, Plagia, Phryxe vulgaris* Fll., *Exorista* u. a.; ferner mehrere Wanzenparasiten der *Phasiinae*. Entspricht den Pantelschen Gruppen 1, 6 und 10. Die Infektionssicherheit hängt hier in der Hauptsache von der Zeit ab, die zwischen der Eiablage und dem Einbohren liegt (Gefahr des Abstreifens bei den Häutungen).

II. Gruppe

Die Eier bzw. die unmittelbar nach dem Ablegen ausschlüpfenden Maden werden in der Nähe der Wirte bzw. auf deren Fraßpflanze abgelegt, wo sie auf das Herankommen der Wirte warten. Meist große Fruchtbarkeit; Eier zylindrisch, gleichmäßig zarthäutig. Hierher Arten aus den Gattungen *Ernestia, Eudoromyia, Eupeleteria, Echinomyia* usw. Entspricht den Gruppen 4 und 5 Pantels.

III. Gruppe

Vivipare Arten, deren Larven im Boden, Baummulm abgelegt werden, von wo aus sie aktiv ihre Opfer (Engerlinge, Borkenkäferlarven) aufsuchen. Hierher einige Dexien und viele Sarcophaginen.

IV. Gruppe

Die abnorm kleinen Eier werden auf die Fraßpflanze des Wirtes abgesetzt (oder zwischen die Mundteile desselben während des Fressens geschoben) und vom Wirt zugleich mit der Nahrung in den Darmkanal aufgenommen. Meist sehr zahlreiche Eier. Es handelt sich größenteils um Raupenschmarotzer (besonders von haarigen oder dornigen Raupen), und zwar um Angehörige der Gattungen *Gonia, Zenillia, Sturmia*. Entspricht der Gruppe 2 Pantels, der „Gonia-Gruppe" Baers.

V. Gruppe

Die Eier werden mit Hilfe eines besonderen Apparates (Dorn usw.) durch Verwundung des Wirtes in dessen Inneres befördert. Mäßige Fruchtbarkeit. Hierher die Raupenparasiten *Compsilura, Lydella nigripes*, der Blattwespenparasit *Ceromasia inclusa* und verschiedene Wanzen- und Käferparasiten (*Weberia, Xysta, Allophora*). Entspricht den Pantelschen Gruppen 7, 8 und 9. Hier ist die größte Sicherheit der Infektion erreicht.

Larvenentwicklung im Wirt

Auch die Entwicklung der Tachinen-Made im Wirt kann sich recht verschiedenartig verhalten, vor allem in bezug auf:

Versorgung mit Atemluft. — Wir können dabei drei Hauptformen des Larvenlebens unterscheiden:

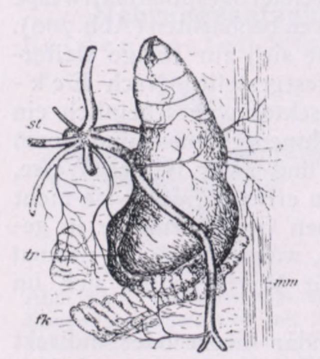


Abb. 698. Frisch eingebohrte Larve in ihrem „Trichter" auf der Innenseite der Raupenhaut. fk Fettkörper, st Stigma, tr Trichter, mm Muskulatur (40mal). Nach Prell

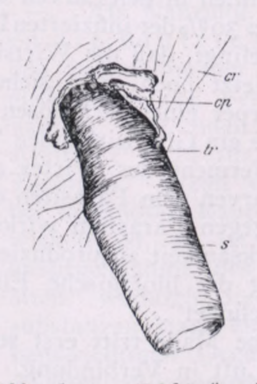


Abb. 699. „Trichter" mit Kalilauge gereinigt. cp Chitinprotuberanzen, cr Raupencuticula, s Sack, tr Trichter. Nach Prell



Abb. 700. Völlig eingekapselte Tachinenlarve in der Leibeshöhle von *Acantholyda nemoralis*. Stark vergrößert. Nach Fr. Eckstein

1. Die eingedrungene Made bleibt von Anfang an durch das Einbohrloch mit der atmosphärischen Luft in Verbindung (Abb. 698). Um die Öffnung in der Körperwand des Wirtstieres bildet sich kurz nach der Infektion ein dunkler „T r i c h t e r" aus chitinähnlicher Substanz. An der Basis, also nahe der Körperhaut, sehr dick und dunkelbraun, fast schwarz, wird er weiterhin nach innen zu allmählich dünner und heller (hellbraun bis gelblich). Am Ende dieses Trichters (im engeren Sinn) schließt sich ohne scharfe Grenze ein hyaliner schlauchähnlicher Teil, der „S a c k" an, der aus der gleichen chitinartigen Substanz besteht, aber außerordentlich zart ist (Abb. 699). Das Ganze, das außen noch von einer Zellschicht umgeben ist, hält mit dem Wachstum der Made gleichen Schritt und bildet auch für deren Häutungen kein Hindernis. Die Made kann sich fast völlig in den Trichter bzw. den Sack zurückziehen, für gewöhnlich aber ragt sie mit den ersten Segmenten aus ihm heraus.

Die B i l d u n g d e s T r i c h t e r s stellt nach P r e l l „eine Art von komplizierter Wundschorfbildung", also eine Reaktion des Wirtes auf die Verwundung durch die Made dar. Zunächst sammeln sich um die Einbohrstelle Amöbozyten an, die die Made als eingedrungenen Fremdkörper cystenförmig umgeben, und bald entsteht aus dieser Hülle von Blutzellen der dunkle Trichter. Daß aus farblosen Zellen Pigmentstoffe gebildet werden, ist eine allgemein verbreitete Erscheinung. Die schwarze Farbe rührt von den sogenannten Melaninstoffen her, die durch die Wirkung von oxydativen Fermenten bzw. Tyrosinasen aus Tyrosin gebildet werden; letzteres tritt stets dort auf, wo Eiweißabbau stattfindet.

Nach F. E c k s t e i n stammt die Substanz für die Bildung des Trichters aus den sogenannten „Körnchenkugeln", die bei hystiolytischen Prozessen gebildet werden, wobei er unentschieden läßt, ob die Hystiolyse durch die Anwesenheit der Made bedingt ist. Der genannte Autor erblickt in der Trichterbildung einen nicht zur vollen Wirkung gelangten A b - w e h r v e r s u c h d e s W i r t e s, der darin seine Vollendung findet, daß die eingedrungene Made völlig eingekapselt und dadurch unschädlich gemacht wird. Solche Fälle von vollständiger Abkapselung der Made konnte E c k s t e i n bei Tachinen in den Larven der Kieferngespinstblattwespe *(Acantholyda nemoralis)* bei 30% der infizierten Larven beobachten (Abb. 700). Ob die Abwehr so weit gelingt, daß die Wirtslarve sich zur Imago weiterentwickeln kann, ist bis jetzt noch nicht sicher festgestellt. Nach E c k - s t e i n spielt sich im Körper eines tachinösen Insektes wahrscheinlich ein Kampf zwischen einem wie ein Gift wirkenden Tachinen-Ferment und einem antiparasitär wirkenden Ferment des Wirtes ab, und zwar in der Weise, daß „tachinierte Insektenlarven dem Parasiten dann erliegen, wenn sie nicht mehr imstande sind, die gegen Parasiten wirksamen Gegenfermente in genügender Menge oder Wirksamkeit zu produzieren, während bei der normal verlaufenden Tachinierung die biologische Einheit Wirt-Tachine sich im ‚Ferment-Gleichgewicht' befindet".

2. Die eingedrungene Made tritt erst sekundär direkt oder indirekt mit der atmosphärischen Luft in Verbindung. So verhältnismäßig einfach und gleichartig die Atmungssicherung im ersten Fall war, so verschiedenartige und komplizierte Verhältnisse treffen wir in dieser zweiten Gruppe. Die hierher gehörenden Arten schweifen zunächst entweder frei im Innern des Wirtes umher *(Ceromasia, Meigenia, Phryxe, Gymnosoma* u. a.) oder

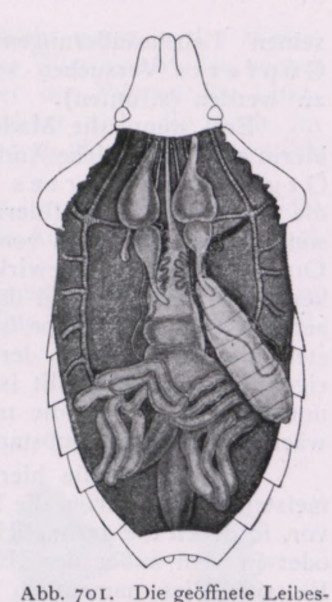


Abb. 701. Die geöffnete Leibeshöhle einer Schildwanze (*Raphigaster nebulosa* Poda) mit der Larve der Tachine *Gymnosoma rotundatum* L. (rechts vom Darmkanal). Die Larve ist durch einen langen atemrohrartigen schwarzen „Trichter“ mit dem Haupttracheenstamm (im vorderen Drittel rechts) in Verbindung). Nach Künckel d'Herculais (aus Baer)

setzen sich in den verschiedensten Organen fest, wie in den Bauchganglien, an der Darmwand *(Compsilura),* in Muskelfasern, im Fettkörper oder in Keim- oder Speicheldrüsen, wo sie ihren Sauerstoffbedarf offenbar auf osmotischem Wege beziehen. Später erst, wohl meist vom 2. Stadium an, suchen sie eine Verbindung mit der atmosphärischen Luft herzustellen, sei es direkt durch die Haut [1]) oder durch einen großen Tracheenstamm, besonders in der Nähe des Stigmas (Abb. 701). Die Herstellung dieses sekundären Atemloches geschieht wohl meist mit Hilfe des Mundapparates; man hat aber auch beobachtet, daß die Made durch stoßweise Bewegungen ihres mit harten Stigmenplatten besetzten Hinterendes gegen die zu durchbohrende Hautstelle das Ziel zu erreichen sucht. Ist die Atemöffnung hergestellt, so wird, wie bei der Bildung des primären Atemloches, die Made von einem Trichter umschlossen, der allerdings hier in Anpassung an den Sitz des Atemloches recht verschieden geformt sein kann. Bald zieht sich sein Basalteil zu einem langen syphonähnlichen Rohr aus (Abb. 701), bald verkürzt er sich so weit, daß nur ein einfacher ringförmiger Anheftungswulst übrig bleibt (Abb. 702).

3. Die eingedrungene Made behält allem Anschein nach während der ganzen Dauer ihres Aufenthaltes in dem Wirt den ursprünglichen Gaswechsel durch Osmose bei und tritt niemals in eine besondere Verbindung mit der atmosphärischen Luft, sondern sie schweift stets frei im Innern des Wirtes umher. Diese nur osmotisch erfolgende Sauerstoffversorgung ist charakteristisch für die Sarcophaginen.

Nahrungsaufnahme. — Als Nahrung dient der Made in den beiden ersten Stadien die Blutflüssigkeit des Wirtes mit den angesammelten Leucozyten. Daß daneben auch noch die Fettzellen direkt ausgesaugt würden, wie mehrfach angegeben wird, bestreitet Prell für die von ihm beobachteten Tachinen. Wenn der Fettkörper im ganzen bei tachinösen Raupen auffallend schwach entwickelt ist, so ist dies eine Folge der Inanspruchnahme des Wirtes durch den Parasiten, wodurch die Ablagerung von Reservesubstanzen stark eingeschränkt wird. Die lebenswichtigen Organe des Wirtes werden im Anfang vollkommen geschont, so daß dieser in

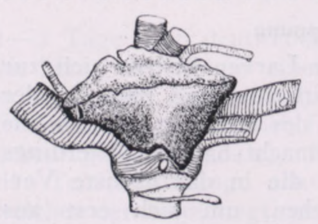


Abb. 702. Tracheenstamm einer Raupe (*Acronycta psi*) mit dem kurzen Trichter der Larve von *Exorista lota* Mg. 40/1. Nach Nielsen (aus Baer)

[1]) Bei der im Darm des Wirtes lebenden Made von *Compsilura* wird zur Herstellung des sekundären Atemloches in der Haut zugleich auch die an die Körperwandung angepreßte Darmwand durchbrochen.

seinen Lebensäußerungen zunächst nicht behindert wird; ja, nach Göpferts Versuchen scheint sogar sein Nahrungsbedürfnis gesteigert zu werden (s. unten).

Erst wenn die Made das letzte Stadium erreicht hat, tritt hierin eine wesentliche Änderung ein: nun werden sämtliche inneren Organe des Wirtes zerstört. Nicht in der Weise, daß die Made die Organe auffrißt (hierzu sind ja die Mundwerkzeuge nicht geeignet), sondern daß durch ein von ihr ausgeschiedenes Ferment die Auflösung der Organe (Hystolyse) bewirkt wird. Dabei wird die vorher helle Blutflüssigkeit trübe, gelblich und dann bräunlich, während die Organe immer mehr zerfallen und die Raupe bewegungslos wird und abstirbt. Schließlich besteht sie nur noch aus der leeren Haut, die mit einer bräunlichen schmierigen Flüssigkeit erfüllt ist[1]). In ihr ruht die immer noch vom Trichter umschlossene Made, die nun unter Einschlürfen der Brühe rapide heranwächst und Reservesubstanzen in ihrem gelblichen Fettkörper aufspeichert.

Wenn auch die hier geschilderte Ernährungsweise für weitaus die meisten Tachinenarten die Regel zu sein scheint, so kommen doch auch Fälle vor, in denen die anfängliche Lebensweise beibehalten wird bis zum Schluß, oder in dem außer der Hämolymphe nur der Fettkörper aufgezehrt wird. Es trifft dies namentlich für manche bei Orthopteren und Schildwanzen lebende Tachinen zu. In solchen Fällen kann der Wirt den Parasitismus überstehen, doch geht er meist nachträglich an Entkräftung zugrunde, oder es unterbleibt die Ausbildung von Organen, wie der Geschlechtsorgane oder der Flügel („Aptenie et castration parasitaire").

Entwicklungsdauer. — Die Larvenentwicklung geht im allgemeinen sehr rasch vor sich, z. B. bei *Parasetigena* in rund 3 Wochen, bei *Phryxe vulgaris* etwa in 10 Tagen, bei anderen in 8 oder gar 6 Tagen. Wo die Tachinenmade mit dem Wirt überwintert, tritt auch bei der ersteren ein Stillstand der Entwicklung ein; so erreicht die im 1. Stadium überwinternde *Lydella nigripes*-Larve (in der Kiefernspannerpuppe) das 2. und 3. Stadium erst im folgenden Frühjahr (Bd. II, 527). Auch bei den längere Zeit in Latenz verharrenden Wirtslarven bleiben die darin befindlichen Tachinen-Maden in Latenz.

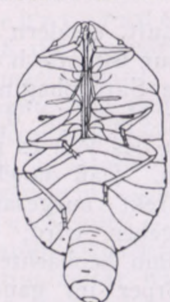


Abb. 703. Larve von *Phasia crassipennis* F. beim Verlassen des Wirtstieres (der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put.) durch die Analöffnung. Nach Zwölfer

Verpuppung

Die meisten Tachinen-Larven bohren sich zur Verpuppung aus dem Wirt aus, und zwar in der Regel aus dem Stadium des letzteren, in dem sie ihre Entwicklung durchgemacht haben. Allerdings gibt es auch viele Arten, die in das nächste Verwandlungsstadium übergehen, um sich erst aus diesem ins Freie auszubohren, ja es gibt Arten, die dies erst im übernächsten Stadium tun, wie die Maden von *Erynnia nitida,* die in der Larve einer *Galeruca* schmarotzt, und ihren Wirt bisweilen erst

[1]) Daß es sich nicht um einen Fäulnisvorgang handelt, geht schon daraus hervor, daß die Brühe keineswegs einen üblen Geruch besitzt. Pantel findet den Geruch sogar angenehm und vergleicht ihn mit dem von Reinetten.

im Imagostadium verläßt. Das Ausbohren geschieht meist in der Weise, daß die Larven mit den Mundhaken die Haut ihres Wirtes aufreißen, wobei sie die dünnsten Stellen bevorzugen, so z. B. bei den Puppen die Intersegmentalhäute der Hinterleibsringe. Selten zwängt sich die noch im Trichter steckende Made mit dem Hinterende voran durch ihr Atemloch heraus.

Die Larve von *Phasia crassicornis* F. verläßt ihren Wirt, die Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put., stets durch die Analöffnung (Abb. 703) (Zwölfer 1932).

Das Ausbohren der Made geschieht in den meisten Fällen nachdem Todedes Wirtstieres, bei der Eulentachine *(Ernestia rudis)* z. B.

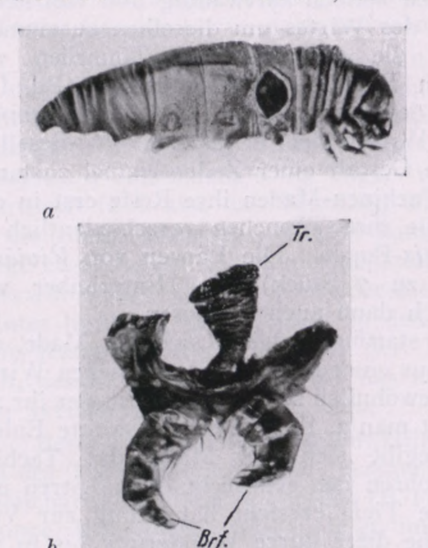


Abb. 704. a Eulenraupe mit dem Ausbohrloch einer Tachinenlarve (3/1); b Trichter in einer von der Tachinenlarve verlassenen Eulenraupe; Tr Trichter, Brf Brustfüße. 7/1. Nach Göpfert

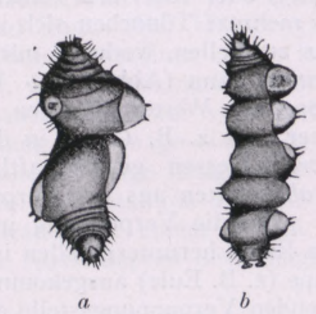


Abb. 705. Raupenbälge von *Plusia gamma* L. mit Tönnchen von *Voria ruralis* Fall., a mit 2, b mit 5 Tönnchen. Die Tachinenlarven haben das Innere der Raupen ausgezehrt und sich zum Teil in regelmäßiger Anordnung in der leeren Haut verpuppt, die stellenweise geplatzt ist. Schwach vergrößert. Nach Silvestri (aus Baer)

1—2 Tage nach dem Tode der Raupe. Sie schneidet zu diesem Zweck in die Haut der Raupe einen Schlitz, durch den sie auskriecht. Das Auskriechen geht ziemlich schnell vor sich, in etwa 2 Minuten. Die verlassene Raupe ist dann innerlich fast ganz hohl, das Ausbohrloch ist meist deutlich erkennbar (Abb. 704 a). Die Ausbohröffnung liegt meistens entgegengesetzt der Trichteröffnung; also bohrt sich die Made gleich an der Stelle, an welcher der Kopf liegt, aus. Der Trichter bleibt in der verlassenen Raupe zurück; daran läßt sich stets erkennen, ob es sich um eine von der Tachine oder von Ichneumonen parasitiert gewesene Raupe handelt (Abb. 704 b).

Die Verpuppung findet gewöhnlich im Boden statt. Wo die Maden oben in den Baumkronen herauskommen, gelangen sie durch Herunterfallenlassen auf den Boden, so daß die Tönnchen weit entfernt von den verlassenen Opfern zu liegen kommen. Andererseits kommt es auch häufig vor, daß die Tönnchen in unmittelbarer Nähe des verlassenen Wirtes zu finden

sind; hauptsächlich trifft dies für solche Tachinen zu, die in verborgen lebenden oder sich einspinnenden Wirten sich entwickeln, wie z. B. *Billaea irrorata* Mg. oder *Sarcophaga albiceps* Mg., die sich in der *Saperda*-Galle (s. Bd. II, S. 263), oder *Actia,* die sich in dem *Resinella*-Harzgehäuse (Bd. III, S. 300), oder die verschiedenen Tachinen-Arten, die sich in den Kokons der Spinner oder Blattwespen verpuppen [1]).

Endlich gibt es noch eine Reihe von Tachinen, die zur Verpuppung in ihren Wirten verbleiben. So verlassen die reifen Larven von *Eudoromyia magnicornis* und *Sturmia niticola* in den Raupen, in denen sie die Entwicklung durchgemacht haben, nicht einmal den Trichter. Die sich bildenden Tönnchen bleiben zartwandig und von heller Farbe, während die schützende Haut des Wirtes um dieselben zusammenschrumpft. Ähnlich verhalten sich die dünnwandigen Tönnchen von *Echinomyia magnicornis* Zett. in den Raupen der Kieferneule (Bd. III, S. 715) oder von *Voria ruralis* Fll. in den Raupenbälgen von *Plusia gamma*. Wo mehrere Tönnchen sich in einem Wirt bilden, da pflegen sich dieselben quer zu stellen, wodurch mitunter die Gestalt einer Zeilensemmel zustande kommen kann (Abb. 705). Wo die Tachinen-Maden ihre Reife erst in der Puppe des Wirtes erlangen, bilden sie ihre Tönnchen verschiedentlich in dieser, wie z. B. *Gonia* in der *Agrotis*-Puppe. Die Larven von *Viviania cinerea* fressen gesellschaftlich (bis zu 7 Stück) die Hinterleiber von *Carabus*-Arten aus und verpuppen sich dann auch in diesen.

Wo die Verpuppung im Boden stattfindet, bohrt sich die Made, die vom Baum heruntergefallen ist, oder aus einer im Boden befindlichen Wirtsraupe (z. B. Eule) ausgekommen ist, gewöhnlich sehr rasch bis zu der ihr zusagenden Verpuppungsstelle ein. Legt man z. B. eine tachinöse tote Eulenraupe oben auf die Streu, so begibt sich die Made der Tachine *Ernestia rudis* sofort nach dem Ausbohren fast senkrecht in die Streu und bleibt dann, wenn sie eine genügende Tiefe erreicht hat, ruhig zur Verpuppung liegen. Die Zeitdauer, welche diese kurze Wanderung bis in die Mullschicht in Anspruch nimmt, beträgt 1/2—1 Minute. „Meistens geht die Made aber noch tiefer bis unter die Mullschicht oder in die oberste Schicht des Mineralbodens. Nach wenigen Minuten war sie auch dort schon angelangt" (Göpfert).

Die Zeit der freien Larve, vom Ausbohren bis zur Tönnchenbildung ist das zweite kritische Stadium im Leben der Tachinen (Gefahr des Austrocknens und feindlicher Angriffe). Sie ist gewöhnlich nur sehr kurz. Nach Gößwald dauert der Übergang bei *Parasetigena segregata* vom freien Leben in die Tönnchenform bei 28—15 ° C und 100—90 % relativer Luftfeuchtigkeit nie länger als 1 Tag,

[1]) Bei den in den sehr festen *Diprion*-Kokons zum Tönnchen werdenden Tachinen (*Ceromasia inclusa* und *Diplostichus janithrix*) soll nach Hartig der sich einspinnende Wirt eine besondere Fürsorge für seinen Todfeind treffen, die wunderbar genug ist. Ist er von *Ceromasia* infiziert, so spinnt er an dem einen Pol, an welchem später das Kopfende des Tönnchens zu liegen kommt, den Kokon weit weniger dicht als in den übrigen Teilen. Ist er von *Diplostichus* infiziert, so fertigt er den Kokon zwar überall gleich fest an, schneidet aber darauf an demselben Ende einen Deckel ab, der nur durch lockeres Gespinst festgehalten wird, so daß die ausschlüpfende Fliege mit ihrer Kopfblase, mit der sie ihr Tönnchen sprengt, ohne Schwierigkeit den Weg aus dem Kokon bahnen kann (Baer S. 221). Über die Erklärung, die Prell dieser Erscheinung gibt, s. oben S. 95 Anmerkung.

bei 11 °C und geringer relativer Luftfeuchtigkeit 2 Tage, bei 7 °C 2 bis 3 Tage; dabei färbten sich die Tönnchen bei den hohen Temperaturen schon nach 1—2 Tagen schwarzbraun, während sie bei den anderen noch länger hellbraun blieben. Auch die Weiterentwicklung der Larve im Tönnchen zur Puppe geht sehr rasch vor sich: bei 15 °C waren die Puppen nach 13 Tagen bereits hellbraun und die Augen pigmentiert. Nach Göpfert (1934) ist bei *Ernestia rudis* die kritische Übergangszeit noch kürzer und dauert meist nur einige Stunden; in einem Beispiel waren 4 Stunden nach dem Ausbohren bereits weißlichgelb gefärbte Tönnchen vorhanden, die nach weiteren 1½ Stunden schon gelbrot waren. Die Entwicklung der Larve im Tönnchen zur Puppe vollzog sich bei *Ernestia* in rund 12 Tagen; nach 6 Tagen lag die Larve noch unverändert im Tönnchen.

Die Dauer der Puppenruhe bzw. des Tönnchenstadiums ist meist nur kurz; durchschnittlich kann man 2—3 Wochen annehmen, doch kann die Entwicklung noch rascher verlaufen und sich in 1 Woche vollziehen, z. B. bei *Lydella nigripes* 7—10 Tage (Bd. III S. 527), *Compsilura concinnata* 8—9 Tage. Wo das Tönnchenstadium in die kalte Jahreszeit fällt, also das Tönnchen überwintert, wird dieses natürlich stark in die Länge gezogen. Hierbei kann die Entwicklung zwei verschiedene Wege einschlagen: „Entweder geht die Ausbildung der Imago erst nach der Überwinterung vor sich, oder aber die schon nahezu fertige Imago ruht den Winter hindurch ungeschlüpft in den Tönnchen. Im letzteren Fall ist der freie Raum zwischen ihr und der Tönnchenwand mit einem Serum erfüllt, dessen Austrocknung für das nachmalige Ausschlüpfen der Imagines sehr verhängnisvoll werden kann."

Beim Schlüpfen wird mit Hilfe der Kopfblase (Abb. 689) der Vorderteil des Tönnchens von einer medianen Sutur aus losgesprengt, wobei meist 2 gleichartige Teilstücke abfallen (B. I S. 169). Wo das Tönnchen in dem Wirt (Puppe, Kokon oder Imago) liegt, muß auch aus diesem noch ein Ausgang durchbrochen werden; wenn in diesem Fall mehrere Puppen in einem Wirt sich befinden, benutzen die weiteren Fliegen meist den von der ersten geschaffenen Ausgang. Die als Imaginalparasit in *Otiorrhynchus sulcatus* lebende *Pandelleia sexpunctata* Pand. gelangt nach Thiem (1922) durch die Afteröffnung des Käfers ins Freie [1]).

Generation

Die Generationsverhältnisse der Tachinen sind recht verschieden. Viele haben eine einjährige Generation, wobei meist das Puppenstadium überwintert, welches dementsprechend das am längsten währende ist. Dies trifft z. B. für die Haupttachinen der Nonne und Eule (*Parasetigena* und *Ernestia*) zu. Verschiedentlich kommt auch Überwinterung im Larvenstadium im Wirt vor (*Billaea pectinata*). Andere haben eine doppelte Generation; hier kann die 2. Generation ebenfalls als Puppe überwintern oder als Larve (im 2. oder 3., aber auch im 1. Stadium) in

---

[1]) Manchmal kommt es auch vor, daß die Fliegen aus dem Ort ihrer Verpuppung nicht herauskommen, so daß man dort die Tönnchen mit abgestorbenen Fliegen finden kann. Auch von der eben erwähnten *Pandelleia* sind manche schlüpfende Tiere beim Durchgang durch die Afteröffnung stecken geblieben und zugrunde gegangen.

einem 2. Wirt, oder aber es kann auch noch die Imago schlüpfen (Beginn einer 3. Generation) [1]). Einige Arten endlich machen d r e i und auch noch mehr Generationen im Jahr durch, wie *Compsilura, Lydella nigripes* und andere; bei ihnen können in „warmen Sommern sich die Generationen wie die Monate folgen“ (B a e r) [2]).

Wo mehrere Generationen vorkommen, können sich diese in den verschiedenen Altersstadien des gleichen Wirtes entwickeln, gewöhnlich aber tritt Wirtswechsel ein; so belegt *Phryxe vulgaris* im Frühjahr Spannerraupen, im Sommer (2. Generation) Spinner- und Eulenraupen.

Monophage und polyphage Arten

M o n o p h a g i e kommt bei den Tachinen verhältnismäßig selten vor. Nach B a e r lassen sich als ausgesprochen monophage Arten fast nur die *Diprion*-Schmarotzer *Ceromasia inclusa* und *Diplostichus janithrix* Htg., ferner der Tipuliden-Parasit *Trichoparia seria* Meig. und die in Sesien schmarotzende *Sesiophaga glirina* Rond. namhaft machen, wobei es sich aber nur um eine Anpassung an eine bestimmte Wirtsgattung (*Diprion, Sesia* usw.) handelt. Doch gibt es auch eine ansehnliche Zahl von Tachinen, die, obwohl sie in mehreren Wirten vorkommen, doch e i n e n i h r e r W i r t e g a n z a u s g e s p r o c h e n b e v o r z u g e n. Hierher dürfen wir u. a. die zwei wichtigsten forstlichen Tachinen zählen, nämlich *Ernestia rudis* Fall., die in erster Linie Eulenparasit ist, und *Parasetigena segregata* Rd., der Hauptfeind der Nonne. Bei beiden handelt es sich um stenöke Arten, die der Lebensweise der genannten Wirte mehr oder weniger eng angepaßt sind. Daß die in diese Gruppe „monophager“ Tachinen gehörenden Arten eine Auslese bezüglich der Wirtstiere vornehmen, geht auch aus verschiedenen Versuchen hervor, wonach z. B. j u n g e *Ernestia*-Maden sich weder an vorgesetzte Nonnen- noch Schwärmer-Raupen, noch Blattwespen-Larven angeheftet bzw. in sie eingebohrt haben. Und wo es gelungen ist, ä l t e r e Maden zum Einbohren in die ungewöhnlichen Wirte zu bringen, starben die Eindringlinge im Wirtstier ab, ohne sich weiter entwickelt zu haben (G ö p f e r t) — wohl infolge eines inadäquaten Chemismus der neuen Wirte.

Auf der anderen Seite ist die P o l y p h a g i e u n t e r d e n T a c h i n e n s e h r v e r b r e i t e t, so daß man sie fast als die Regel ansehen kann. Als entschieden polyphag haben — entsprechend unserer obigen Begrenzung des Begriffes „Monophagie“ — nur solche Tachinen zu gelten, welche von ihren verschiedenen oder vielen Wirten im allgemeinen k e i n e m e i n e n b e s o n d e r e n V o r z u g g e b e n (höchstens nur lokal oder zeitweise). Die Zahl der Wirte kann bei diesen polyphagen Arten eine ganz bedeutende sein; so sind bis jetzt für *Tachina larvarum* 45, für *Phryxe vulgaris* 63 und für *Compsilura concinnata* gar 67 Wirte festgestellt — Zahlen, die mit fortschreitender Erfahrung sicherlich noch wesentlich erhöht werden können.

---

[1]) Wo die geschlüpften Fliegen infolge vorgeschrittener Jahreszeit keinen Wirt mehr finden, werden sie den Versuch der Überwinterung machen, gehen vielleicht aber auch nachkommenlos ein (B a e r).

[2]) Auch kommt es vor, daß bei ein und derselben Art ein Teil der Individuen schneller, ein anderer langsamer sich entwickelt.

Auch aus Legenot mag gelegentlich die Polyphagie erweitert werden; mögen dabei auch viele Keime zugrunde geben (s. oben), so kommen doch in manchen Fällen die Maden zur Entwicklung, und zwar mitunter in den heterogensten Wirten. So wurde *Bucentes cristata,* der Parasit der im Wasser lebenden *Tipula maxima,* auch aus den verschiedensten Lepidopteren-Larven gezogen, *Bucentes geniculata,* der Parasit von im Boden lebenden Tipuliden-Larven, auch aus Erdeulenraupen, und Blattwespenparasiten kommen gelegentlich aus Lepidopteren-Raupen aus und umgekehrt, sowie beide aus Blattkäfern (Baer).

Zahl der Tachinen-Larven in einem Wirt

Bei *Parasetigena segregata, Ernestia rudis, Sturmia scutellata* R. D. und *bimaculata* Hart. und vielen andern kommt fast stets nur 1 Made zur Entwicklung, und zwar unabhängig von dem Größenverhältnis Wirt : Parasit. Wo mehrere in den Wirt eingedrungen sind, gehen die überzähligen nach kürzerer oder längerer Zeit zugrunde. In den Eulenraupen aus dem Freiland wurden, wo eine Mehrinfektion vorlag, nie mehr als 2—4 Maden gefunden (von denen stets nur 1 sich voll entwickelte), während es Göpfert in Laboratoriumsversuchen unschwer gelang, eine 10-, ja 50fache Infektion zu erzielen. Doch starben die so stark infizierten Raupen bald ab (in 9—10 Tagen). Wahrscheinlich werden auch im Freiland stärkere Mehrinfektionen stattfinden — werden doch oft 10 Lärvchen an eine Made abgesetzt —, doch werden alle Raupen, die mit mehr als 4 Maden besetzt sind, bald absterben (s. unten S. 687).

Bei anderen Tachinen ist eine Mehrinfektion die Regel. Manche Arten haben eine ausgesprochene Neigung zur Geselligkeit wie *Phryxe vulgaris, Voria ruralis, Viviania, Carcelia.* Sie bewohnen im allgemeinen ihren Wirt zu mehreren, und zwar in einer der Größe desselben entsprechenden Zahl; nur die Kleinheit des Wirtes setzt dieser ihrer Lebensgewohnheit ein Ziel. So finden sich von *Phryxe vulgaris* in den großen Puppen des Kiefernschwärmers bis zu 18 reife Larven (s. Bd. I, S. 252), bei den kleineren Spannerarten nur eine; ebenso von *Tachina larvarum* in Sphingidenraupen oft 10 Stück, in den kleinen *Hyponomeuta*-Raupen dagegen nur eine. In einer Ligusterschwärmer-Puppe fand Nielsen 74 erwachsene Larven von *Winthemia xanthogastra* Rond., und von einer riesigen Totenkopf-Raupe wurden einmal sogar nicht weniger als 80 Tönnchen der kleinen *Sturmia atropivora* geliefert.

Eine Mehrinfektion kann auch durch verschiedene Arten von Tachinen erfolgen; so wurden aus ein und derselben Puppe von *Malacosoma castrensis* zwei Tachinen-Arten gezogen, *Carcelia cheloniae* und *Ernestia radicum.* Endlich kommt es vor, daß in Wirten, die bereits von ganz anderen Parasiten, Schlupfwespen, befallen sind, sich auch noch Tachinen-Maden entwickeln.

Äußere Kennzeichen der Tachinose (Diagnose)

Das Vorhandensein von Eiern auf den Raupen usw. ist noch kein Zeichen von vollzogener Infektion. Eine solche ist erst dann eingetreten, wenn die Made aus dem Ei in den Wirtskörper eingedrungen ist. Die abgelegten Eier können ja zu einem großen Teil durch Häutung wieder ab-

gestreift werden. Es ist daher, um nicht zu falschen Zahlen zu kommen, streng zu unterscheiden zwischen Tachinierung und Tachinose; nur letztere hat für unsere Berechnungen eine Bedeutung.

Die Feststellung der Tachinose ist durchaus nicht immer einfach: wo leere Eihüllen sind, werden wir leicht unter oder vor ihnen die Einbohrlöcher mit dem stigmenbesetzten Hinterende der Larve finden. Wo keine Eihüllen vorhanden sind, wie nach einer nach der Infektion erfolgten Häutung oder bei den Arten der biologischen Gruppe II, bei denen die Maden von der Fraßpflanze her sich in den Wirt einbohren, so ist die Diagnose nicht immer ohne weiteres mit Sicherheit zu stellen. Wohl kann man eine tachinöse Eulenraupe unter anderen nackten hellgefärbten Raupen im allgemeinen leicht an den durch die Trichterbildung verursachten dunklen Flecken erkennen (Abb. 706), doch sind diese nicht immer vorhanden. So haben sich eine Anzahl von Göpfert nach gründlichster Untersuchung als „gesund" angesprochene Raupen nachher doch als tachinös erwiesen. Möglicherweise sind die Maden in diesen Fällen weiter ins Innere vorgedrungen und haben dann an einem Tracheenstamm die Luftverbindung hergestellt.

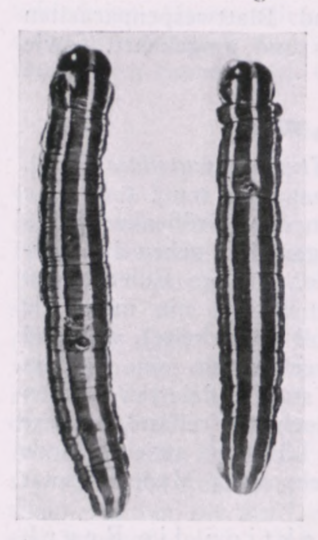


Abb. 706. Tachinöse Eulenraupen (von *Ernestia rudis* befallen). Die Trichteröffnungen der Tachinenmaden sind deutlich zu erkennen. 2/1. Nach Göpfert

Was hier als ausnahmsweise gilt, trifft für die den biologischen Gruppen IV und V angehörenden Arten als Regel zu. Allerdings gibt es auch hier bisweilen Anhaltspunkte zu einer frühzeitigen Erkennung der Tachinose, nämlich da, wo die befallenen Tiere allgemeine Verfärbungserscheinungen zeigen, wie sich z. B. die schönen gelben Flecke der Weidenspinnerraupe dunkler färben. Doch in den meisten solchen Fällen bleibt zur Sicherung der Frühdiagnose, bzw. der Feststellung des Infektions-Prozentes nur der Weg der anatomischen Untersuchung.

Wo es sich um eine vorgeschrittene Tachinose handelt, wo also die Maden bereits das 3. Stadium erreicht haben, und die Verflüssigung der Organe des Wirtes eingesetzt hat, da deuten viele Symptome, wie Freßunlust, Schlaffheit der Haut, mißfarbiges Aussehen auf die schwere Erkrankung bzw. die Wahrscheinlichkeit vorliegender Tachinose hin.

Gradation

Die Tachinen-Gradation hat als Voraussetzung die Gradation der Wirte. Nur wo diese in eine Übervermehrung eintreten, können die Tachinen ihre Fortpflanzungskraft mehr oder weniger ausdehnen. Da letztere im allgemeinen die der Wirte übertrifft, so kann die Gradationskurve bei den Tachinen wesentlich steiler ansteigen als die der Wirte, so daß die ersteren oft in kurzer Zeit an Zahl die letzteren weit übertreffen.

Hierüber hat zuerst Nielsen versucht, genauere Feststellungen zu machen. Er ging aus von der Tachinose einiger Familien von *Hyponomeuta:* Zu Anfang zog er nur 1 Tachine *(Ptychomyia selecta);* nach

2 Jahren hatte eine Massenvermehrung der Raupen stattgefunden, zugleich aber ist die Zahl der Tachinen so gewachsen, daß 75 % der Raupen davon befallen waren, also der Parasit im Begriff stand, das Übergewicht zu erlangen. An einer vom Weiden- und Ringelspinner befallenen Weidenhecke spielte sich folgender Wettlauf von Wirt und Parasit ab: Die ersten 2 Jahre der Raupenvermehrung (1905 und 1906) war kaum etwas von Tachinen zu bemerken; erst im 3. Jahr (1907) stellte sich *Carcelia gnava* ein (jedoch in ganz geringer Zahl); zwei Jahre später (1909) waren schon 66 % der Raupen infiziert und 1910 war der Fraß im Erlöschen, fast sämtliche Raupen waren schon halbwüchsig durch den Schmarotzer getötet. Der bekannte Tachinensammler Kramer hatte (nach Baer) viele Jahre hindurch im Zittauer Stadtwald keine Spur von *Parasetigena segregata* bemerkt, auch im ersten dem „Überflug der Nonne" folgenden Jahr (1907) war noch kein Exemplar zu entdecken. 1908 dagegen war die Tachine plötzlich in Menge da, und 1909 in „solchen Unmassen, daß sie jeder Beschreibung spotteten".

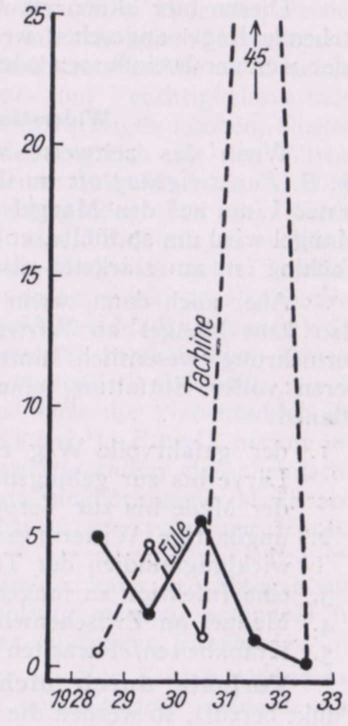


Abb. 707. Vermehrungskoeffizient von Eule und Tachine während der Jahre 1928 bis 1933 in der Oberförsterei Schweinitz. Nach Göpfert

Die Plötzlichkeit, mit der der Anstieg der Tachinenpopulation und das Überholen der Wirtspopulation erfolgen kann, geht aus den vielen Berichten über den Verlauf der Kalamitäten verschiedener Arten immer wieder hervor; so z. B. auch aus der nachstehenden Tabelle und der Kurve, die Göpfert über die Vermehrung der Eule und ihres Hauptparasiten, *Ernestia rudis,* gibt (Abb. 707).

Tabelle
über Populationsdichte und Vermehrungskoeffizient von Eule und Tachine in der Oberförsterei Schweinitz 1928—1933

Jahr	Eule: Populationsdichte	Eule: Vermehrungskoeffizient	Tachine: Populationsdichte	Tachine: Vermehrungs-Koeffizient
1928	0,021		0,020	
		5		0,5
1929	0,100		0,010	
		2		4,7
1930	0,200		0,047	
		5,6		1,20
1931	1,130		0,048	
		0,9		45,00
1932	1,060		2,160	
		0,01		0,07
1933	0,015		0,161	

Dieser hier skizzierte Gradationsverlauf darf jedoch nicht als feststehende Regel angesehen werden, da allerlei Widerstände denselben mehr oder weniger beeinflussen oder abbiegen können.

Widerstände der Tachinenvermehrung

Wenn das zeitweise sehr seltene Vorkommen gewisser Tachinen (z. B. *Parasetigena)* oft im Gegensatz zu den Eizahlen steht, so ist dies in erster Linie auf den Mangel an geeigneten Wirten zurückzuführen. Dieser Mangel wird um so fühlbarer sein, je beschränkter der Kreis der Wirte einer Tachine ist, am stärksten also bei monophagen Arten.

Aber auch dann, wenn die Wirte in einer Gradationsperiode stehen, also kein Mangel an Wirten herrscht, kann die tatsächliche Tachinenvermehrung wesentlich hinter der Reproduktionskraft zurückbleiben, da deren voller Entfaltung eine Reihe hemmender Faktoren entgegenstehen können:

1. der gefahrvolle Weg einerseits von der Ablage des Eies bzw. der Larve bis zur gelungenen Infektion, und andererseits vom Ausbohren der Made bis zur Verpuppung;
2. ungünstige Witterungsverhältnisse während der verschiedenen Entwicklungsstadien der Tachine;
3. eine Infektion zu junger Stadien des Wirtes, sowie Überinfektion;
4. Mangel an Zwischenwirten (bei mehrbrütigen Arten);
5. Krankheiten, Parasiten und räuberische Tiere.

Verluste durch nichtparasitäre Einflüsse. — Was den ersten Punkt betrifft, so werden die Ausfälle am geringsten da sein, wo die Nachkommenschaft direkt i n den Wirtskörper eingebracht wird, höher da, wo die Eier außen a u f den Wirt und am höchsten endlich da, wo die Eier oder Larven in die Nähe des Wirtes bzw. auf dessen Fraßpflanze abgelegt werden. Wie groß die Ausfälle im zweiten Fall, Ablage der Eier außen auf den Wirt, durch Abstreifen bei den Häutungen werden können, zeigt ein von H o w a r d unternommener Versuch, in welchem 235 tachinierte (also mit Tachineneier besetzte) Raupen von *Orgyia* nur 4 Tachinentönnchen, dagegen 226 Falter ergaben. Die Raupen trugen teilweise sogar eine größere Anzahl von Eiern (von *Winthemia quadripustulata),* ja, eine darunter nicht weniger als 33, und gerade diese streifte sie sämtlich ab. Bei einem anderen Versuch lieferten 50 belegte Eulenraupen und bei einem dritten sogar 252 belegte Raupen überhaupt keine einzige Tachine.

Die Höhe der durch die Häutungen der Wirte verursachten Verluste hängt 1. von dem Zeitpunkt ab, an dem die Eier abgelegt werden, ob kurz n a c h oder kurz v o r der Häutung; 2. von dem Entwicklungszustand des Eies, ob noch völlig unentwickelt oder bereits mehr oder weniger entwickelt und außerdem 3. von der Temperatur (nach P r e l l verkürzt sich z. B. die Eiperiode von *Parasetigena* bei 20 °C auf 3 Tage, während sie bei niedrigerer Temperatur bis zu 8 Tage dauern kann) (s. oben S. 668).

Aber nicht nur durch Abstreifen von unentwickelten Tachineneiern kann das Infektionsprozent wesentlich herabgesetzt werden, sondern das Einbohren der Larve kann auch durch einen ungünstigen Sitz des Eies, z. B. an der Kopfkapsel und sonstigen zu harten Körperteilen oder an einer Extremität usw. verhindert werden.

Bei den Dexien-Larven, die im Boden oder Mulm abgesetzt werden und die ihre Wirte selbst aufsuchen müssen, können hohe Temperaturen und sonstige Zufälligkeiten auf dem Weg empfindliche Ausfälle verursachen.

In welcher Weise ungünstige Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse die Vermehrung der Tachinen negativ beeinträchtigen können, ebenso, wie bei Infektion zu junger Raupen die Maden zugleich mit den Wirten absterben, darüber ist oben schon verschiedenes ausgeführt (s. S. 668). Auch durch Überinfektion kann mitunter ein großer Teil der Nachkommenschaft zugrunde gehen. Pantel teilt einen Fall mit, in welchem von 23 in eine *Crioceris* eingedrungene *Meigenia*-Maden 22 das 1. Stadium nicht überlebten, ähnlich berichtet Nielsen von einer von 23 *Ptychomia*-Maden besetzten *Hyponomeuta*-Raupe. Die überzähligen Maden kommen wohl auf verschiedene Weise um, durch „Nahrungsmangel, mechanischen Druck, dem sie seitens der kräftigeren ausgesetzt sind, namentlich aber auch, wie es scheint, infolge direkter Verletzungen, welche sich die Nebenbuhler im Kampfe mit ihren Mundhaken beibringen" (Baer)[1]; Prell nimmt als Todesursache der überzähligen Larven (von *Ernestia rudis*) eine chemische Veränderung des Raupenblutes durch die erste eingedrungene Made an; die abgestorbenen Maden werden „von Phagozyten wie von einer Kapsel umschlossen und so unschädlich gemacht".

Wo es sich um mehrbrütige Tachinen handelt, kann der Mangel von Zwischenwirten verhängnisvoll für die Vermehrung werden, besonders in Monokulturen, reinen Wäldern usw. mit armer eintöniger Fauna.

Krankheiten, Parasiten und Räuber. — Von Krankheiten treten bisweilen Mykosen auf, durch *Empusa* und *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron (s. Bd. I S. 282) verursacht.

Weitaus wichtiger sind die Parasiten bzw. Hyperparasiten. Von diesen spielen die Schlupfwespen die Hauptrolle, von denen bereits eine ganze Reihe aus Tachinentönnchen gezogen wurden. Es seien hier nur folgende erwähnt: *Mesochorus errabundus* Rtzb. (aus *Lydella*), *M. thoracicus* Grav. (aus *Macquartia*), *M. silvarum* Curt (aus *Parasetigena), Phygadeuon* (aus *Vivania* und *Ernestia),* ferner verschiedene *Chalcis, Perilampus, Pteromalus, Caenacis, Monodontomerus aereus* Walk., *Melittobia* usw. Manche Arten treten sowohl als Primär- als auch als Secundär- bzw. Hyperparasiten auf, wie z. B. *Monodontomerus,* dessen Larven an der Tachinenpuppe im Tönnchen ektoparasitisch leben, dagegen in den Schmetterlingspuppen eine direkt entoparasitische Lebensweise führen.

Die Hyperparasitierung kommt auf verschiedenen Wegen zustande: *Perilampus* gelangt als winzige Larve („Planidium") auf die Raupe, wandert zuerst in diese ein und dringt darauf in die erstbeste Tachinen- oder Ichneumonidenlarve ein, die er im Wirt erster Ordnung findet. Das ♀ von *Pteromalus nidulans* Thoms. dringt in das Gespinst der mit *Voria*-Tönnchen besetzten Raupe von *Plusia gamma* ein und sticht die Tönnchen an usw. Die Zahl der Schlupfwespen, die aus einem Tönnchen herauskommen, kann sehr groß sein; Moreley sah aus einem *Phryxe*-Tönnchen etwa 20 *Pteromalus* durch ein einziges Loch ausschlüpfen und Silvestri erhielt aus 29 Tönnchen von *Voria ruralis* 383 *Pteromalus.*

---

[1]) Es wurde sogar der Fall beobachtet, daß eine junge Larve sich in eine ältere einbohrte, was den Tod beider zur Folge hatte.

Neben Schlupfwespen kommen als Hyperparasiten auch brachycere Dipteren in Betracht aus der Familie der Bombyliden, nämlich die beiden Hemipenthes-Arten (*morio* L. und *maurus* L.), durch deren Auftreten die Tachinenvermehrung eine starke Hemmung erfahren kann, worüber oben (S. 617) bereits das Wissenswerte gesagt ist.

Und was endlich die räuberischen Feinde betrifft, so gibt es deren ein ganzes Heer aus den Reihen der Säugetiere, Vögel, Spinnentiere und Insekten. Alle jene Säugetiere, die ihre Nahrung in der Bodenstreu suchen, kommen als Tachinenfresser in Betracht, vor allem die Mäuse und Spitzmäuse, dann aber auch das Schwarzwild und der Dachs. Die Vögel suchen einmal die am Boden herumkriechenden und zur Verpuppung schreitenden Maden und die Tönnchen, die sie aus dem Boden scharren (Stare, Krähen, Amsel, Fasan) und sodann stellen sie auch den Fliegen selbst nach (wie die Schwalben und Fliegenschnäpper). Daß die Vernichtung der Tachinen durch Vögel eine sehr große werden kann, zeigen die Beobachtungen bei der letzten böhmischen Nonnenkalamität (s. Komárek, 1937). Von räuberischen Insekten sind die Crabroniden zu nennen, die ihre Brut mit Fliegen füttern, ferner Elateriden-Larven, die sich in die Tönnchen einbohren und diese ausfressen (s. Bd. II, 165), sodann Carabiden (Larven und Imagines) und Staphyliniden, die ebenfalls als Tönnchenzerstörer beobachtet wurden (Komárek), und andere mehr.

Wenn einer dieser hemmenden Faktoren besonders stark in Erscheinung tritt, oder mehrere zusammenwirken, so kann die Tachinenwirkung wesentlich herabgedrückt werden. Wir ersehen daraus, daß die Tachinenvermehrung nicht in einem streng gesetzmäßigen Ablauf der Gradation der Wirte folgt, sondern daß sie an diese nur lose gebunden ist, da sie von einer ganzen Reihe auch außerhalb der Wirtsvermehrung gelegenen Faktoren beeinflußt wird. So kann es vorkommen, daß bei ansteigender Vermehrungskurve des Wirtes die der Tachine wieder abfällt (z. B. bei starker Hyperparasitierung) und daß oft in benachbarten Orten, wo die Schädlingsgradation im gleichen Stadium steht, große Verschiedenheit im Auftreten der Tachinen herrscht.

Wirtschaftliche Bedeutung

Wie hoch heute die wirtschaftliche Bedeutung der Tachinen von der Praxis im allgemeinen eingeschätzt wird, geht schon daraus hervor, daß bei den Bestandsaufnahmen einer Schädlingsgradation dem Auftreten der Tachinen in ihrem zahlenmäßigen Verhältnis zum Schädling größte Aufmerksamkeit gewidmet wird. Und es besteht auch kein Zweifel, daß die Tachine eine wertvolle Gehilfin des Forstmanns im Kampf gegen viele Schädlinge ist und als Krisenfaktor eine bedeutende Rolle spielt. Zweifellos ist sie auch imstande, zur Beendigung von Schädlingskatastrophen wesentlich beizutragen, ja eine solche auch direkt zu bewirken.

Zu bedenken ist natürlich bei allen Berechnungen über Tachinenwirkung, daß diese sich in der Hauptsache erst im folgenden Jahr bzw. in der folgenden Generation bemerkbar macht, da ja die meisten tachinösen Raupen sich noch voll entwickeln und dabei sogar womöglich noch ein größeres Freßbedürfnis haben. Nur wenn zu junge Raupen infiziert werden,

oder eine starke Überinfektion stattgefunden hat, sterben die befallenen Raupen im gleichen Jahr ab.

Nach den im letzten Abschnitt gemachten Ausführungen über die Widerstände der Tachinenvermehrung muß aber andererseits auch vor einer Überschätzung der Tachinenhilfe gewarnt werden. Vor allem insofern, als man durchaus nicht immer mit Sicherheit auf eine stetige der Wirtsentwicklung entsprechende und diese überholende Vermehrung rechnen kann. In diesen darauf hinzielenden Kalkulationen ist zum mindesten Vorsicht geboten.

Die Frage, ob monophage oder polyphage Arten bei Schädlingskalamitäten mehr leisten, ist nicht generell zu beantworten. Es seien hierfür die sehr treffenden Ausführungen Baers teilweise wiedergegeben: „Auf den ersten Blick scheinen es die am meisten polyphagen, die Allerweltstiere zu sein oder die, welche möglichst viele Generationen im Laufe des Jahres haben. Gewiß verstehen sie es, sich jederzeit gut durchzuschlagen. Ist der eine Wirt schwer aufzutreiben, ist schnell ein anderer gefunden, nötigenfalls gelingt es ihnen auch, sich an einen ungewohnten anzupassen. Sie sind nie und nirgends selten und vermehren sich auch hier und da so massenhaft, daß sie Kalamitäten gegenüber keineswegs bedeutungslos sind. Doch wenden sie ihre ganze Kraft kaum ausschließlich einem bestimmten Wirte zu, da jede hinzukommende günstige Gelegenheit sie wiederum ablenkt. Sind vollends die Generationsverhältnisse nicht die entsprechenden, hat beispielsweise der Wirt einfache, die Tachine mehrfache Generation (Kiefernspanner — *Lydella nigripes*), so muß jede Massenvermehrung des Schmarotzers, wenn an den erforderlichen Zwischenwirten Mangel eintritt, alsbald scheitern. Anders die Arten, deren Entwicklungsgang im Jahreslaufe dem des Wirtes aufs genaueste angepaßt ist. Sie mögen mancherorts zuzeiten geradezu dem Aussterben nahe kommen, ihr Fortpflanzungsvermögen wird aber, sobald sie einen sich vermehrenden Schädling nur einigermaßen eingeholt haben, auch seine volle Überlegenheit geltend machen. Die Erfahrungen mit der ‚Haupttachine' der Nonne *(Parasetigena)* und Kieferneule *(Ernestia rudis)* bestätigen dies vollauf. Dagegen pflegt *Compsilura*, diese so polyphage Art mit überaus beschleunigter Entwicklung und verschwindendem Keimverlust, keinen nennenswerten Einfluß auf die Nonnenkalamitäten zu gewinnen. Für den Rebenzüchter hat *Arrhinomyia* weit mehr Bedeutung als *Nemorilla*. Beide haben zwar gleich ihren Wirten 2 Generationen, aber die zweite Generation von *Arrhinomyia* kann wiederum denselben Wirt, *Haltica*, benutzen, während *Nemorilla*, der Parasit von *Cacoecia costana*, zum zweitenmal zu einer hierfür ungeeigneten Zeit fliegt. Bei dieser Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung ist allerdings zu beachten, daß sie in gewisser Hinsicht eine einseitige ist. Wohl springen die Leistungen der Tachinen der 2. Gruppe, der ‚Spezialisten', am meisten in die Augen. Aber die der 1. Gruppe sind vielleicht letztlich keine unbedeutenderen, nur andere. Sie zielen mehr auf eine fortlaufende Regulierung des Bestandes ihrer Wirte hin und wirken dadurch mehr vorbeugend."

Darin liegt ja wohl auch einer der Gründe dafür, daß in Mischwäldern seltener Schädlingsgradationen hochkommen als in reinen Wäldern: in diesen hausen in der Hauptsache die Spezialisten mit ihren extremen Sprüngen der Populationsdichte, dort dagegen die polyphagen Tachinen, deren Vermehrung sich in ausgeglichenen Bahnen bewegt.

Praktische Folgerungen

Aus den hier dargestellten Zügen der Tachinen-Bionomie ergeben sich für die Praxis nachstehende Folgerungen:

Treten Schädlinge, die regelmäßig durch Tachinen parasitiert werden, in eine Gradation ein, so ist dem Auftreten der Tachinen volle Aufmerksamkeit zuzuwenden. Vor allem ist das Zahlenverhältnis von Wirt und Tachine festzustellen und die Verschiebungen desselben (jeweiliger Tachinose-Grad) im Laufe der Gradationsperioden zu beobachten. Gewöhnlich werden diese Feststellungen gelegentlich der Puppensuche im Boden, wo ja meist auch die Tachinen-Tönnchen liegen, vorgenommen. Es können aber auch anatomische Untersuchungen des Wirtes auf Anwesenheit von Tachinenmaden notwendig werden.

In allen Fällen, in denen die Tachinose als Krisenfaktor eine Rolle spielt, ist ferner auf die Tachinen, soweit als möglich, im Sinne einer Förderung ihrer Vermehrung Rücksicht zu nehmen. Eine solche kann auf verschiedenem Weg erreicht werden:

1. durch Verminderung von tachinenfeindlichen Bekämpfungsmaßnahmen,
2. durch tachinenfreundliche Kulturmaßnahmen,
3. durch künstliche Tachinenzufuhr.

1. Als tachinenfeindlich kann z. B. der Eintrieb von Hühnern oder Schweinen zwecks Vernichtung der im Boden liegenden Schädlingspuppen sich auswirken, wenn die Zahl der Tachinentönnchen die Zahl der Puppen um vieles übertrifft; ebenso das Töten von unter oder oberhalb des Leimrings befindlichen Raupen, wenn letztere stark tachinös sind. Man kann sich in solchen Fällen damit helfen, daß man die Raupen in Zwingern zusammenbringt, die mit einem Gazenetz überspannt sind. Die Maschen der letzteren müssen derart sein, daß Falter am Entkommen verhindert werden, die Tachinen aber durchschlüpfen können.

2. Von den tachinenfreundlichen Maßnahmen ist in erster Linie die Schaffung von Mischwäldern, die Erhaltung eines kräftigen Unterwuchses und einer reichen Bodenflora zu nennen — alles Maßnahmen, die das ständige Vorhandensein eines starken immer angriffsbereiten Tachinenheeres sichern [1]).

3. Die künstliche Zufuhr von Tachinen kann durch Übertragung der an anderen Orten gesammelten Tönnchen in den Schädlingsherd geschehen, wie solches z. B. seit längerem in größtem Maßstab von den amerikanischen Entomologen zur Bekämpfung des Schwammspinners geschieht, und zwar teilweise mit recht gutem Erfolg (s. Schedl 1936). Es liegen auch bei uns Möglichkeiten in dieser Richtung vor, die ausprobiert zu werden verdienen. Nicht selten treten Schädlingsgradationen (z. B. Nonne) während einer Vermehrungsperiode in den verschiedenen Gegenden mit mehr oder weniger größeren zeitlichen Unterschieden auf, insofern als sie z. B. in der einen Gegend (A) die Eruption bereits überschritten haben und sich in der

---

[1]) Im Weinbau hat man vorgeschlagen, *Evonymus* und andere Gespinstmotten *(Hyponomeuta)* beherbergende Sträucher in den Weinbergen anzupflanzen, da die in *Hyponomeuta* vorkommenden Tachinen auch die schädlichen Traubenwickler befallen und so deren Vermehrung vermindert werden kann.

Krisis befinden, während sie anderenorts (B) eben erst im Anfangsstadium (Prodromalstadium) stehen. Man könnte nun nach dem Zusammenbruch der Gradation in A dort die meist in größten Mengen vorhandenen Tachinentönnchen sammeln und nach dem Ort B bringen lassen, wo dann den zahlreich auskommenden Tachinen nur eine relativ kleine Raupenzahl zur Verfügung stehen würde. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dann schon im Prodromalstadium eine so starke Tachinose auftreten würde, daß es gar nicht mehr zur Eruption kommt. Ein Versuch in dieser Richtung ist um so mehr zu empfehlen, als er ohne allzu große Kosten durchgeführt werden könnte (s. auch Bd. I 342).

Was endlich die Vermehrung der Tachinen durch künstliche Zucht betrifft, so ist diese — im Gegensatz zur Züchtung vieler Schlupfwespen — mit so großen Schwierigkeiten verbunden, daß sie für die Praxis kaum in Frage kommt (s. Komárek, 1937).

Verzeichnis der Wirte und ihrer Tachinen

W. Baer gibt am Schluß seiner Monographie ein „Systematisches Verzeichnis der Wirte und ihrer Parasiten", das alle bis dahin bekannten Tachinenwirte umfaßt. Wir nehmen hier, dem Zwecke dieses Werkes entsprechend, in der Hauptsache nur die wichtigsten Forstschädlinge heraus (oder auch einzelne andere Insekten als Typenvertreter):

Lepidoptera

Hyloicus pinastri L.
Echinomyia grossa L., ***Micropalpus vulpinus*** Fall., *Carcelia excisa* Fall., *Exorista lota* Mg., *Phryxe erythrostoma* Hart. und *vulgaris* Fall., *Masicera pratensis* Mg., *Campylochaeta inepta* Mg., *Compsilura concinnata* Mg.

Thaumetopoea processionea L.
Carcelia excisa Fall., *Epicampocera crassiseta* Rond., *Phryxe vulgaris* Fall. und *caudata* Rond., *Zenillia libatrix* Pz., *Compsilura concinnata* Mg., *Pales pavida* Mg. (und *pumicata* Mg.), *Phorocera assimilis* Fall.

Dasychira pudibunda L.
Winthemia quadripustulata F. var. *cruentata* Rond., *Carcelia gnava* Mg. und *excisa* Fall., *Exorista glauca* Mg. und *affinis* Fall., *Phryxe vulgaris* Fall., *Zenillia libatrix* Pz., *Compsilura concinnata* Mg., *Phorocera assimilis* Fall.

Euproctis chrysorrhoea L.
Echinomyia praeceps Mg., *Eudoromyia magnicornis* Zett., *Sturmia (Zygobothria) nidicola* Towns., *Carcelia cheloniae* Rond., *Nemorilla notabilis* Mg., *Phryxe vulgaris* Fall., *Zenillia libatrix* Pz. und *fauna* Rond., *Masicera silvatica* Fall., *Lydella nigripes* Fall., *Erycia fatua* Mg., *Compsilura concinnata* Mg., *Pales pavida* Mg., *Tachina larvarum* L. und *latifrons* Rond., *Cyclotophrys anser* Towns., *Tricholyga sorbillans* Wied., *Digonochaeta setipennis* Fall.

Porthesia similis Fuessl.
Zenillia libatrix Pz., *Lydella nigripes* Fall., *Erycia fatua* Mg., *Compsilura concinnata* Mg., *Tachina larvarum* L., *Plagia elata* Mg.

Lymantria dispar L.
Echinomyia fera L., *Eudoromyia magnicornis* Zett., *Ernestia consobrina* Mg., *Sturmia sericariae* Corn., *scutellata* R.-D., *bimaculata* Htg. (und var. *gilva* Htg.) und *atropivora* R.-D., *Winthemia speciosa* Egg., *Carcelia gnava* Mg., *cheloniae* Rond., *excisa* Fall., *recusata* Pand. und *affinis* Fall., *Epicampocera crassiseta* Rond., *Zenillia libatrix* Pz., *Lydella nigripes* Fall., *Compsilura concinnata* Mg., *Pales pavida* Mg., *Parasetigena segregata* Rond., *Meigenia bisignata* Mg., *Tachina larvarum* L., *noctuarum* Rond., *rustica* Mg., ? *larvincola* Ratzb. und ? *monacha* Ratzb., *Tricholyga sorbillans* Wied., *Histochaeta marmorata* F., *Rhacodineura antiqua* Mg., *Agria affinis* Fall., ? *Sarcophaga albiceps* Mg.

Lymantria monacha L.
Echinomyia fera L., *Sturmia bimaculata* Htg., *Carcelia excisa* Fall. und *lucorum* B. B., *Prosopaea fugax* Rond., *Compsilura concinnata* Mg., *Pales pavida* Mg. (und *pumicata* Mg.), *Parasetigena segregata* Rond., *Tachina larvarum* L. *(fasciata* Fall.), *Redtenbacheria insignis* Egg., *Sarcophaga uliginosa* Kram., *schützei* Kram., *tuberosa* Pand., ? *faculata* Pand., ? *albiceps* Mg., ? *aratrix* Pand., ? *scoparia* Pand. und ? *carniaria* Mg., *Agria affinis* Fall. und *monachae* Kram.

Malacosoma neustria L.
Winthemia quadripustulata F. *var. apicalis* Mg., *Carcelia gnava* Mg., *cheloniae* Rond. und *excisa* Fall., *Exorista lota* Mg., *affinis* Fall. und *prominens* Mg., *Zenillia libatrix* Pz., *Erycia schnabli* Villen., *Compsilura concinnata* Mg., *Pales pavida* Mg., *Tachina larvarum* L. und *rustica* Mg., *Histochaeta marmorata* F., ? *Tachina hartigii* Ratzb. und ? *neustriae* Ratzb.

Dendrolimus pini L.
Ernestia rudis Fall., *Sturmia scutellata* R.-D. und *bimaculata* Htg., *Winthemia xanthogastra* Rond., *Carcelia rutilla* B. B., *Exorista affinis* Fall., *Phryxe vulgaris* Fall. und ? *erythrostoma* Htg., *Masicera silvatica* Fall. und *pratensis* Mg., *Lydella nigripes* Fall., *Compsilura concinnata* Mg., *Pales pavida* Mg., *Tachina larvarum* L. und *fallax* Mg., *Sarcophaga uliginosa* Kram., *schützei* Kram., *tuberosa* Pand. und ? *albiceps* Mg., *Agria affinis* Fall.

Agrotis segetum Schiff.
Peletieria nigricornis Mg., *Tachina larvarum* L., *Gonia capitata* Deg., *Cnephalia bucephala* Mg.

— vestigialis Rott.
Peletieria nigricornis Mg., *Gonia ornata* Mg.

Panolis griseovariegata Goeze.
Echinomyia fera L., *Ernestia radicum* F. und *rudis* Fall., *Sturmia bimaculata* Htg., *Winthemia amoena* Mg., *Phryxe vulgaris* Fall., *Pales pavida* Mg., *Tachina larvarum* L. und ? *piniperdae* Ratzb., ? *Gonia fasciata* Mg., *Digonochaeta setipennis* Fall., *Blepharomyia pagana* Meig.

Plusia gamma L.
Nemorilla maculosa Mg., *Phryxe vulgaris* Fall., *Lydella nigripes* Fall., *Compsilura concinnata* Mg., *Pales pavida* Mg. (und *pumicata* Mg.), *Voria ruralis* Fall. und *ambigua* Fall., *Petina erinaceus* F., *Bucentes cristata* F.

Cheimatobia brumata L.
Phryxe vulgaris Fall.

Bupalus piniarius L.
Carcelia excisa Fall. und *rutilla* B. B., *Zenillia libatrix* Pz., *Lydella nigripes* Fall.

Cossus cossus L.
Zenillia fauna Rond., *Lydella ambulans* Rond., *Phorocera assimilis* Fall.

Tortrix viridana L.
Prosopaea fugax Rond., *Actia pilipennis* Fall. und *crassicornis* Mg.

Evetria buoliana Schiff.
Phryxe vulgaris Fall., *Actia pilipennis* Fall. und *crassicornis* Mg., *Leskia aurea* Fall.

— resinella L.
Zenillia resinellae Girsch., *Actia pilipennis* Fall., *crassicornis* Mg. und *infantula* Zett.

Hyponomeuta padella L.
Phryxe vulgaris Fall., *Zenillia libatrix* Pz., *Lydella nigripes* Fall., *Erycia aurulenta* Mg., *Prosopaea fugax* Rond., *Compsilura concinnata* Mg., *Discochaeta evonymellae* Ratzb., ? *Agria mamillata* Pand. und ? *affinis* Fall.

Coleoptera

Carabus violaceus L.
Vivania cinerea Fall.

Saperda populnea L.
? *Masicera silvatica* Fall., *Dionaea nitidula* Mg., ? *Pelatachina tibialis* Fall., *Billaea irrorata* Mg., ? *Sarcophaga albiceps* Mg.

Melasoma populi L.
Lypha dubia Fall., *Meigenia bisignata* Mg., *Steiniella callida* Mg.

Brachyderes incanus F.
Rondania dispar Duf. u. *dimidiata* Mg. (s. S. 673).

Rhizotrogus (Amphimallus) solstitialis L.
Billaea pectinata Mg., *Syntomocera petiolata* Bonsd., *Dexia rustica* F.
Melolontha melolontha L. (= vulgaris F.)
Dexia rustica F.

Hymenoptera

Nematus erichsoni Htg.
Degeeria fascinans Mg. (Wulp.). *Ptychomyia selecta* Meig.
Diprion pini L.
Sturmia bimaculata Htg. (und *var. gilva* Htg.), *Phryxe vulgaris* Fall., *Ceromasia inclusa* Htg., *Erycia gyrovaga* Rond., *Diplostichus janithrix* Htg., ? *Parasetigena segregata* Rond., *Phorocera lata* Zett. und ? *assimilis* Fall., *Meigenia bisignata* Mg., *Tachina larvarum* L., *Voria ruralis* Fall. und *trepida* Mg.
Bombus terrestris L.
Brachycoma devia Fall., *Machronychia polyodon* Mg., ? *Gonia fasciata* Mg.

Diptera

Tipula sp.
Bucentes geniculata Deg., *Admontia amica* Mg.
Ctenophora pectinicornis L.
Trichoparia seria Mg.

Rhynchota

Eurygaster integriceps Put.
Helomyia lateralis Mg., *Phasia crassipennis* F.

Dermaptera und Orthoptera

Forficula auricularia L.
Digonochaeta setipennis Fall., *Rhacodineura antiqua* Mg.
Schistocerca peregrina Oliv.
Stomatorrhina lunata F.
Pachytylus migratorius F.
Sarcophaga haemorrhoidalis Mg., *Agria affinis* Fall.

Literatur

über Tachinen[1])

Baer, W., 1920/2, Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Ztschr. f. ang. Ent. *6*, 185—246 und *7*, 97—163 und 349—423.
Brauer, Fr., und Bergenstamm, J. E. v., 1889—1894, Die Zweiflügler d. K. Museums zu Wien. Vorarbeiten zu einer Monographie der *Muscaria schizometopa*. 4 Teile. Denkschr. math.-naturw. Kl. K. Akad. Wissensch. Wien *56*, 69—180; *58*, 305—447; *60*, 89—240; *61*, 537—624.
Eckstein, Fr., 1922, Abwehr gegen Tachineninfektion. Ctrbl. Bakt. Parasitenkde. u. Infekt. 2. Abt., *57*, 61—70.
— — 1930, Ein Beitrag zur experimentellen Parasitologie der Insekten. Z. f. Parasitenkde. *2*, 571—582.
Eidmann, H., 1927, Der Kiefernspanner in Bayern im Jahr 1925, mit besonderer Berücksichtigung des Parasitenproblems. Z. f. ang. Ent. *12*, 51—90.
Escherich, K., 1913, Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten.
— — 1914, Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. I—III.
— — 1936, Zur Bionomie und Ökologie des Kieferngraurüßlers (*Brachyderes incanus* L.). Anz. f. Schädlingskde. *12*, 52—54.
Fluiter, H. J. de, und Blijdorp, P. A., 1935, De Grauwe Dennensnitkever, *Brachyderes incanus* L. Tijdschr. over Plantenziekten *41*, 143—211.
Girschner, E., 1896, Ein neues Musciden-System auf Grund der Thorakalbeborstung und Segmentierung des Hinterleibes. Illustr. Wochenschr. f. Ent. *1*, 12, 30, 61, 105.
Göpfert, E., 1934, Zur Kenntnis einiger Raupenparasiten der Forleule, insbesondere der Tachine *Ernestia rudis* Fall. Mitt. aus Forstwirtsch. u. Forstwiss. 102—131.

[1]) Ein ausführliches Literaturverzeichnis (bis 1921) gibt W. Baer.

Gößwald, K., 1935, Zur Biologie und Ökologie von *Parasetigena segregata* Rond. und *Sarcophaga schützei* Kram. (Dipt.) nebst Bemerkungen über die forstl. Bedeutung der beiden Arten. Z. f. ang. Ent. *21,* 1—23.
Howard, L. O., and Fiske, W. F., 1911, The importation into the United States of the Parasites of Gipsy moth and the Brown Tail moth. N. S. Dep. Agric. Bull. No. 91.
Komárek, J., 1937, Kritisches Wort über die Bedeutung der Insektenparasiten der Nonne. (Mit einer Bestimmungstabelle von Serh. Kolubajiv.) Z. f. ang. Ent. *24,* 95—117.
Kramer, H., 1909, Nonnenparasiten aus der Gattung *Sarcophaga.* Ent. Rundschau *26,* 83.
— — 1911, Die Tachiniden der Oberlausitz. Abh. Nat. Ges. Görlitz *27,* 117—166.
Lundbeck, W., 1927, Diptera Danica. Part VII. *Platypezidae, Tachinidae.* Copenhagen.
Nielsen, J. C., 1912, Undersögelser over entoparasitiske Muscidelarver hos Arthropoder. Vidensk. Meddel. f. Dansk. naturh. Foren. *63,* 1—26.
Pantel, J., 1910, Recherches sur les Diptères à larves entomobies. I. Charactères parasitiques aux points de vue biolog., étholog. et histolog. La Cellule. *26,* 27—216.
— — 1912, Dasselbe. II. Les enveloppes de l'oeuf avec leurs dépendances, les dégats indirects du parasitisme. Ebenda *29,* 7—289.
Prell, H., 1915, Zur Biologie der Tachinen *Parasetigena segregata* Rdi. und *Panzeria rudis* Fall. Z. f. ang. Ent. *1,* 172—195.
Rebel, 1921, Nonnenvermehrung im Hofoldinger Forst 1899—1902, *7,* 311—333.
Schedl, K., 1936, Der Schwammspinner. Monogr. zur ang. Ent. No. 12.
Steiner, P., 1931, Zur Kenntnis der Parasiten des Kiefernspanners. Z. f. ang. Ent. *17,* 601—630.
Tölg, Fr., 1912, Die Wirte der entoparasitischen Dipteren und die gegenseitigen biologischen Beziehungen derselben. Forst- u. Jagdztg. D. Forstver. Böhmen *12,* 107—113.
Thiem, H., 1922, Zur Biologie und Bekämpfung des gefurchten Dickmaulrüßlers *(Otiorrhynchus sulcatus* F.). Z. ang. Ent. *8,* 389—402.

3. Fam. Oestridae (s. l.)

Die Oestridae (sensu lat.) sind durch rudimentäre Mundwerkzeuge ausgezeichnet. Wir unterscheiden drei Unterfamilien, die Hypoderminae, Oestrinae und Gastrophilinae, die der biologischen Einteilung in *Oestridae cuticolae, cavicolae* und *gastricolae* entsprechen [1]).

Bei allen handelt es sich durchweg um Fliegen von mittlerer bis beträchtlicher Größe und von ziemlicher Plumpheit, die meist durch ein mehr oder weniger dichtes Haarkleid bewirkt wird, durch welches die Tiere zum Teil ein hummelähnliches oder bienenähnliches Aussehen erhalten.

Die drei Unterfamilien lassen sich durch folgende Merkmale kennzeichnen:

1 Media *(m)* gerade, nicht aufgebogen (Abb. 710 A). Gesicht mit einer Mittelgrube, Fühlergruben durch einen Mittelkiel voneinander getrennt (Abb. 709 A). Larve (Abb. 711 A) nach vorne kegelförmig zugespitzt, hinten abgestutzt; mit zwei großen, nach außen gekrümmten Mundhaken. Die Segmente an ihren Vorderrändern mit je einer Doppelreihe nach hinten gewendeter Dornwarzen. Das abgestutzte Hinterende mit großen nierenförmigen Stigmenplatten. Die Larven leben im Magen und Darmkanal von Einhufern (Pferd und Esel) oft in großen Mengen . . . . Gastrophilinae
— Media (m) zur Spitzenquerader aufgebogen (Abb. 710 B) 2

[1]) Die systematische Stellung der drei Gruppen wird in der neuen Literatur verschieden bewertet. Lindner stellt sie als Unterfamilien zu den *Tachinidae;* Enderlein faßt sie als besondere Familien auf, von denen die *Gastrophilidae* in die Superfamilie *Muscoidea* und die *Hypodermidae* und *Oestridae* (s. str.) in die Superfamilie *Tachinoidea* eingereiht werden.

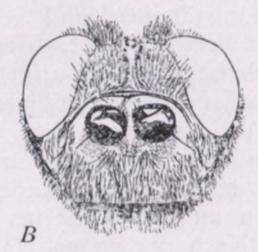
2 Kopfschild breit und flach (Abbildung 709 B). Der gekniete Rüssel in einem tiefen Spalt verborgen. Trennungsleiste der Fühlergruben schmal, kegelförmig. Beine lang und schlank. Larven (Abb. 711 B) birnen- oder eiförmig, unten stark konvex, oben flach. Ohne Mundhaken. Die Bedornung der Segmente nur wenig deutlich. Hinterstigmenplatten halbrund oder nierenförmig. Tönnchen schwarz, Köcherform, sehr fest, oben flach konkav, unten konvex. Die Larven leben unter der Haut (cuticol) von Ein- und Zweihufern (Hirsch, Reh, Elch) . . . . Hypoderminae (Dassel- oder Biesfliegen)




A *B*

Abb. 708. A Dasselfliege des Rehes (*Hypoderma diana* Brauer). B Rachenbremse des Rothirsches (*Cephenomyia rufibarbis* Mg.). Nach Olt-Ströse

— Kopfschild sehr schmal, mit vertiefter Mittelrinne. Mundteile sehr klein oder rudimentär. Trennungskiel zwischen den Fühlergruben nur wenig entwickelt. Beine kurz. Larven (Abbild. 711 C) dorsal konvex, ventral flach; mit großen Mundhaken. Die Segmente ventral und dorsal mit mehreren Reihen auffallender Dornkränze besetzt. Die Larven leben in Nasen- und Rachenhöhlen von Huftieren, u. a. von Rothirsch, Damhirsch, Reh und Elch. Oestrinae (Rachen- und Nasenbremsen)


A *B* *C*

Abb. 709. Köpfe, Vorderansicht von: A *Gastrophilus*, B *Hypoderma*, C *Oestrus*. Nach Lindner

Wir werden hier nur auf die beiden letzten Gruppen, soweit es sich um Parasiten unseres Wildes handelt, etwas näher eingehen.

Hypoderminae (Dasselfliegen)

Unser Wild wird von folgenden Hautbremsen befallen:
Hypoderma actaeon Brauer, Hirschdasselfliege (Rothirsch), — diana Brauer, Rehdasselfliege (Rothirsch, Reh und Elch) [1]).

Außerdem kommt noch im Ren eine Art vor: Oedemagena tarandi L.




A *B*

Abb. 710. Flügelgeäder von Oestriden: A Media gerade, nicht aufgebogen, B Media aufgebogen. Nach Lindner

[1]) Ullrich (1936) beschrieb eine weitere Art vom Elch als *Hypoderma alces*. W. Eichler stellte jedoch fest, daß diese Art mit *Hyp. diana* Br. identisch ist, so daß also als Wirt von *diana* auch der Elch anzusehen ist.

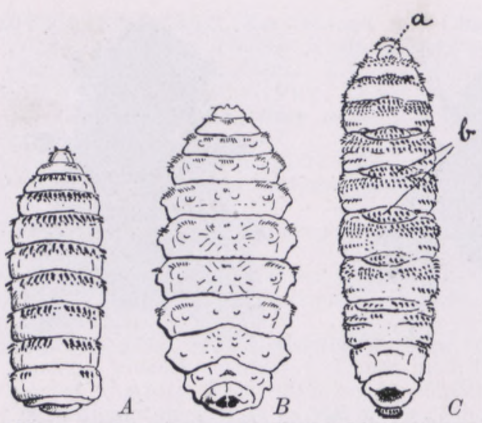


Abb. 711. Larven von: A *Gastrophilus equi* F., B *Hypoderma diana* Brauer, C *Cephenomyia stimulator* Meig. Nach Nitsche

Unsere beiden Dasselfliegen *H. actaeon* und *diana* unterscheiden sich am auffallendsten dadurch, daß bei *diana* der vordere Abschnitt des Rückens (Pro- und Mesothorax) eine schwache goldgelbe Behaarung aufweist (Abb. 708 A), während derselbe bei *actaeon* nackt ist.

Bionomie. — Die Larven der Dasselfliegen werden von Jägern als „Haut-Engerlinge" bezeichnet; sie sind die Erzeuger der „Dasselbeulen", die ihrerseits die Haare an diesen Stellen auseinandertreiben und dadurch das bekannte struppige Aussehen der befallenen Stücke verursachen.

Die Flugzeit fällt in die Monate Mai/Juni (in klimatisch rauheren Gegenden bis August). Alsdann kann man die Fliegen an den Standorten des Wildes auf Planken, Baumstämmen und besonders auf der Erde festgetretener Fußpfade, auf Wechseln usf. sitzend beobachten, wobei der Vorderkörper auf den Vorderbeinen hoch aufgerichtet wird. Das Weibchen folgt zum Zwecke der Eiablage dem hierzu gewählten Stücke. Die Eier werden an die Haare des Wildes gelegt, von wo sie abgeleckt werden. Die auskriechenden Larven gelangen dann unter die Schleimhaut des Mundes und treten nun eine lange Wanderung durch das Unterhautzellgewebe an. Am Rücken zu beiden Seiten der Wirbelsäule setzen sie sich unter der Haut fest. Nach der ersten Häutung bildet sich um die fein bedornte Larve des zweiten Stadiums ein Bindegewebssack, dessen allmählich sich verdickende Wandungen mit der Lederhaut verschmelzen. Schließlich findet dort, wo das Hinterende der Larve liegt, ein Durchbruch nach außen statt; durch diese Öffnung steckt die Larve ihre Stigmenplatten zur Atmung hervor. Mit zunehmender Größe der Larve wächst auch die Dasselbeule. Über der Öffnung der Beule bilden sich kleine schorfartige Deckel, die von Zeit zu Zeit von der Larve losgestoßen werden; außerdem entstehen in den Wandungen, sowie im Umkreise des Sackes im Unterhautzellgewebe eitrige Exsudate und kleinere Blutergüsse, so daß der Rücken eines mit vielen Dasselbeulen besetzten Stück Wildes, aus der Haut geschlagen, einen unappetitlichen Anblick bietet, und die gar gemachte Haut infolge der vielen Beulenöffnungen aussieht, als wäre sie von einem Schrotschuß durchbohrt[1]).

Während das erste Stadium (Wanderstadium) bis acht Monate dauern kann, währt das zweite sehr kurze Zeit, wahrscheinlich nur einen Monat, und das dritte zwei bis drei Monate. Mitunter findet man alle drei Stadien

[1]) Die Löcher vernarben zwar wieder, doch sind die narbenhaltigen Decken im Wert gemindert. Wie häufig die Dasselfliegen vorkommen, konnten wir in einer Münchener Lederhosenfabrik feststellen, wo unter Hunderten von ungefärbten Lederhosen nur ganz wenige völlig narbenfrei waren.

nebeneinander. Erst von Neujahr an beginnen sich die Dasselbeulen zu zeigen.

Die reifen Larven verlassen, nachdem sie eine dunkle Färbung angenommen, die Beulen in der Zeit vom März bis April, indem sie sich namentlich in den frühen Morgenstunden aus der Öffnung herauszwängen. Die Verpuppung erfolgt dann bald in der Bodendecke. Der Boden bei den Fütterungen des Hochwildes ist um diese Zeit ein ergiebiges Erntefeld für den Sammler. Die Rehdasselfliege verwandelt sich früher als die Hirschdasselfliege. Die Puppenruhe dauert ungefähr vier Wochen.

An eine wirksame Bekämpfung der Dasselplage des frei lebenden Wildes ist nicht zu denken. Bei in Gefangenschaft gehaltenem Wild können Larven mit den Fingern ausgedrückt („abgedasselt“) werden. Auch Bestreichen mit Birkenteeröl kann gute Erfolge bringen.

Oestrinae (Rachen- und Nasenbremsen)

Bei uns kommen folgende Rachenbremsenarten beim Wild vor:
Cephenomyia stimulator Mg. (Reh),
— rufibarbis Mg. (Rotwild),
— ulrichii Brau. (Elch),
Pharyngomyia picta Mg. (Rotwild und Elch) [1].

Die letztgenannte Art Pharyngomyia picta unterscheidet sich von den drei *Cephenomyia*-Arten deutlich dadurch, daß sie nur schwach behaart und ihre Körperfarbe überwiegend silberscheckig ist. Die drei *Cephenomyia*-Arten stellt Nitsche folgendermaßen einander gegenüber:

Ceph. rufibarbis Meig.	Ceph. stimulator Meig.	Ceph. ulrichii Brauer
	Wohntier:	
Rotwild	Rehwild	Elchwild
	Fliege:	
Bart fuchsrot, Rückenschild vor der Naht olivenbraun, hinter derselben schwarz behaart, beide Farben nicht sehr scharf gegeneinander abstechend. Seiten der Brust greis- oder rothaarig. Hinterleib am Grunde gelblich oder olivenbraun, in der Mitte schwarz, an der Spitze greis behaart. Länge 15 mm.	Bart gelblich oder greis, Rückenschild vor der Naht gelblich, hinter der Naht schwarz behaart, beide Farben scharf gegeneinander abstechend. Brustseiten gelblich behaart. Hinterleib durchweg gelb behaart, in der Mitte und an den Seiten in das Fuchsrote spielend. Schenkel außen gelbhaarig. Länge 13—14 mm.	Bart gelblich oder greis, Rückenschild vor der Naht gelblich, hinter der Naht schwarz behaart, beide Farben scharf gegeneinander abstechend. Brustseiten gelblich behaart. Hinterleib am Grunde gelbhaarig, am Ende rein weißhaarig, zwischen beiden Färbungen eine in der Mitte eingeschnürte, schwarz behaarte Querbinde. Schenkel außen schwarzhaarig. Länge 16—17 mm.

Die Larven von *Pharyngomyia* und *Cephenomyia* sind am besten an den Fühler-Rudimenten zu unterscheiden: bei der ersteren Gattung sind diese weit voneinander getrennt, bei der letzteren stoßen sie dicht aneinander. Für die ver-

[1]) Daß auch beim Damwild Rachenbremsen vorkommen, hat zuerst Koch (1897) festgestellt, der bei einem verendeten (wahrscheinlich erstickten) Damschaufler sechs gelbliche Larven zusammen an einer Stelle des Drosselkopfes gefunden hat. Leider wurden die Larven damals vernichtet. Nun hat neuerdings Ullrich (1935) wieder einige Larven beim Damhirsch gefunden, die er unter dem Namen Cephenomyia multispinosa beschrieben hat. Weiter kommt auch noch beim Renntier eine Rachenbremse vor: Cephenomyia trompe Br.

schiedenen *Cephenomyia*-Larven gibt Ullrich (1936) folgende Charakterisierung (für das dritte Stadium):

Allgemeines: Die Larven sind oval oder schwach keulenförmig. Die Oberseite ist gewölbt, Unterseite dagegen flach. 12 Segmente. Fühler stumpf kegelförmig. Deutlich erkennbare Mundhaken. Stigmen im letzten Ring freiliegend, Vorderstigmen klein, deutlich.

a) Cephenomyia stimulator: Hintere Stigmenplatten gerade gestellt, oben und unten gleich weit voneinander entfernt (Abb. 712 a). Form breit nierenförmig. Bedornung der Oberseite des 6. Segments (5. Segment Brauers und der älteren Autoren): Zwischenwulst 2 Dornenreihen, dahinter 3 Dornenreihen (Abb. 712 d). Fühler an der Basis zusammenstehend. Länge der Larve 13—30 mm; Breite am 6. Ring 4,9—8 mm. Wirt: Reh.

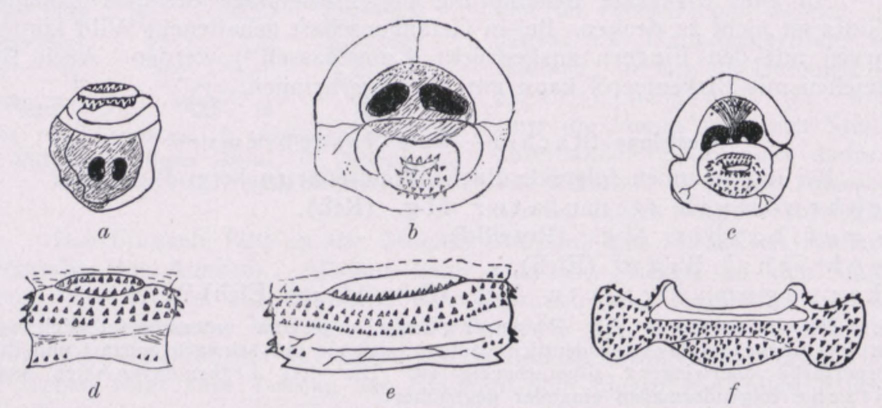


Abb. 712. a Hintere Stigmenplatte der Larve von *Cephenomyia stimulator* Mg., b von *C. rufibarbis* Mg., c von *multispinosa* Ullrich; d ein Segment der Larve von *C. stimulator* Mg., e von *C. rufibarbis* Mg., f von *C. multispinosa*. Nach Ullrich

b) Cephenomyia rufibarbis: Hintere Stigmenplatten breit sichelförmig, schief gestellt, ventralwärts stark divergierend (Abb. 712 b). Bedornung der Oberseite des 6. Segments: Zwischenwulst eine Reihe Dornen, dahinter 3 Reihen Dornen (Abb. 712 e). Fühler an der Basis zusammenstehend. Länge: 24—40 mm; Breite am 6. Ring 5—8 mm. Wirt: Rothirsch.

c) Cephenomyia ulrichii: Hintere Stigmenplatten halbmondförmig mit abgerundeten Hörnern. Oben und unten gleich weit voneinander entfernt. Bedornung am 6. Segment: Zwischenwulst eine unregelmäßige Querreihe größerer Dornenwarzen. Selten am Zwischenwulst eine alternierende zweite Reihe seitlich angedeutet. Hinter dem Zwischenwulst in der Mitte eine kleine nackte Stelle und drei Querreihen von Dornenwarzen. Fühler an der Basis zusammenstehend. Länge: 16—40 mm; Breite am 6. Ring 5—9 mm. Wirt: Elch.

d) Cephenomyia multispinosa: Nur als Larve bekannt. Hintere Stigmenplatten breit nierenförmig, ventralwärts so stark divergierend, daß sich fast die oberen schmalen Seiten gegenüberstehen (Abb. 712 c). Bedornung an der Oberseite des 6. Segments ziemlich regellos; das Segment ist fast in seiner ganzen Breite sehr stark bedornt (Abb. 712 f). Länge der bisher bekannten Larven 19 bis 24 mm; Breite am 6. Ring 9 mm. Wirt: Damwild.

Bionomie. — Eine der auffälligsten Erscheinungen im Leben der Rachenbremsen ist das Schwärmen der Fliegen an hochgelegenen Punkten wie Felsen, Türmen und Berggipfeln. Ullrich konnte auf der Kurischen Nehrung auf einer 60 m hohen Düne um ein dort aufgestelltes trigonometrisches Signal, wo auch Möschler seine Fänge machte, fast ständig von 9—13 Uhr mit dem Höhepunkt von 11 bis 12 Uhr in den Vormittagsstunden Rachenbremsen *(C. stimulator* und

ulrichii) schwärmen sehen. Auch auf den Berggipfeln, z. B. in den Alpen kann man im Sommer zur Mittagszeit häufig zahlreiche Bremsen wild herumsausend beobachten, besonders bei schönem sonnigen Wetter.

Es handelt sich bei diesen Schwärmen nicht etwa um einen „Hochzeitsflug" (wie bei den Ameisen), sondern um einen besonderen Trieb — nennen wir ihn mit Ullrich „Spieltrieb" — der Männchen, ein Trieb, wie er auch bei anderen Dipteren beobachtet wird (z. B. Tanzflüge der Männchen bei Culiciden). Ullrichs Fangausbeute — über 200 Stück — bestand fast nur aus Männchen. Auch andere Beobachter (Brauer, Hoffmann) berichten ähnliches. Es kommen wohl gelegentlich Vereinigungen der beiden Geschlechter in der Luft beim Schwärmen vor, doch sind solche Fälle Ausnahmen. Die Frage, wo die Mehrzahl der Weibchen sich aufhält und wo die Geschlechter in der Regel sich finden, ist heute noch nicht gelöst [1]).

Die Schwärmzeit der Rachenbremsen unseres Waldes ist für:
Ceph. rufibarbis: Ende Mai bis Anfang August (= rund 2½ Monate).
Phar. picta: Ende Juni bis Anfang August (= rund 1 Monat).
Ceph. stimulator: Anfang Juni bis Anfang oder Mitte September (= rund 3½ Monate).
Ceph. ulrichii: Ende Mai bis Mitte September (= rund 4 Monate).

Die Lebensdauer der Imagines, die ja keine Nahrung aufnehmen (verkümmerter Rüssel, Fehlen des Darmes!), ist ziemlich kurz, beim Männchen bis 11, beim Weibchen bis 16 Tage. Die Entwicklung der Eier im Mutterleib — die Bremsen sind vivipar oder wenigstens ovovivipar — beansprucht etwas weniger als 14 Tage. Näheres über die Eientwicklung siehe bei Ullrich (1936). Die legereifen Weibchen suchen das Gelände nach den Wirtstieren ab, wobei sie Waldränder und lichte Bestände bevorzugen.

Über das Verhalten der Fliegen und des Wildes gibt Brauer folgende lebendige Schilderung:

„Es war an einem heißen Maitage, an dem schon am Morgen ein Gewitter vorübergezogen, die Luft war schwül und windstill. In den heißen Sonnenblicken flogen nun diese Oestriden herbei und umkreisten im senkrechten Bogen die Köpfe der Hirsche. Während die Fliege lautlos kreist, verfolgt sie der Hirsch mit dem Blicke, stampft unwillig, schließt häufig die ‚Nüstern' und atmet schnaufend. Plötzlich stürzt die Fliege auf die offenen ‚Nüstern' los, setzt sich aber nicht fest, sondern wendet sich schnell wieder davon ab und wiederholt dies mehrmals [2]). Der Hirsch beginnt dabei zu niesen, schlägt aus, sucht mit den ‚Hinterbeinen' die ‚Nase' zu kratzen oder diese an die ‚Vorderbeine' zu reiben, ergreift endlich vor dem zudringlichen kleinen Feind die Flucht; dabei hält er oft wieder still, niest und kratzt, schüttelt den Kopf wild zwischen den ‚Beinen', schlägt mit dem ‚Vorderfuß' gegen die Fliege, die manchmal durch heftiges Niesen des Hirsches zu Boden geworfen wird, brummend sich aufrafft und langsam

---

[1]) Ullrich stellte auf dem Schwärmplatz ein Weibchen in einem kleinen Drahtkäfig auf, ohne daß dadurch die geringste Wirkung erzielt werden konnte; die Männchen spielten weiter, ohne die geringste Notiz von dem Weibchen zu nehmen.

[2]) Dabei schleudert das ♀ im Fluge Eier bzw. Larven in den Windfang des Wildes.

hinwegfliegt. Ermüdete Cephenomyien setzen sich wohl auch auf den Rücken der Hirsche oder auf die Erde nieder."

„Schon eine einzige Fliege dieser Gattung ruft unter dem Hirschrudel eine auffallende Erscheinung hervor, indem sogleich alle Hirsche ihre ‚Ohren' spitzen, aufwärts ‚blicken' und die ‚Nüstern' schließen. Indem die *Cephenomyia* das Hirschrudel umwandert, und Stück für Stück mit Maden beschenkt, entsteht eine eigentümliche rhythmische Bewegung im Rudel, das Schnaufen und Stampfen überläuft es, möchte ich sagen, drei- bis viermal, bis die Fliege sich entfernt oder die Hirsche erschreckt auseinander‚eilen', wo dasselbe Spiel bei einer nahe ruhenden zweiten Gruppe beginnt. Um der Fliege zu entgehen, ‚lagern' die Hirsche im dichten Schatten."

Nach Ullrich erfolgt die Ablagerung der Brut in mehreren Etappen und bei verschiedenen Stücken des Wirtstieres, da bei der großen Zahl der in einem Weibchen befindlichen Larven — Ullrich zählte einmal über 500 — nicht anzunehmen ist, daß alle auf einmal abgelegt werden können. „Auch würde der Wirt, mit allen Larven belegt, zweifellos zugrunde gehen, wodurch auch die Larven nie zur Entwicklung kommen würden." Möschler (1935) fand in Elchköpfen je 30—40 Larven von *Ceph. ulrichii* Brau. und Gäbler (1939) in Rehen je 6—76 Larven von *C. stimulator* L.

Die jungen Larven machen zunächst im Wirtstier eine Ruheperiode (Latenz) durch, die von der Zeit ihrer Ablage bis etwa Februar oder März, also sechs bis acht Monate dauern kann, und in der sie nur ein geringes minimales oder überhaupt kein Wachstum zeigen. Nach Ullrich hängt dieses geringe Wachstum vor allem mit der geringen Entwicklung des Atmungssystems zusammen. Erst wenn mit vollendeter Bildung des Stigmenapparates, die Ende Februar stattfindet, ein stärkerer Gasaustausch möglich ist, setzt ein überraschend schnelles Wachstum der Larve ein, so daß nun innerhalb zweier Monate die bisher winzig (0,9—1,0 mm) gebliebene Larve über das zweite und dritte Stadium zu der großen, 20 bis 30 mm langen, reifen Larve heranwächst. Die Larven des ersten Stadiums sitzen gewöhnlich im letzten Drittel der Nasengänge ihres Wirtes. Die Larven des zweiten Stadiums verlassen die Nasengänge; ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich von den Choanen bis zum Kehlkopf. Besondere Lieblingsplätze scheinen die Schlundtaschen zu beiden Seiten des Zungengrundes, sowie die Wände der Rachenhöhle zu sein (Abb. 713). Das gleiche gilt für Larven des dritten Stadiums, nur daß diese noch mehr in den Kehlkopf einwandern. Wenn Larven auch in den Bronchien gefunden werden, so handelt es sich um Verirrungen, da die Larven hier zugrunde gehen.

Haben die Larven ihre volle Entwicklung erreicht, so wandern sie vom Rachen aus aktiv in die Nasenhöhle (geleitet vom Lichtschein in den Eingängen der Nüstern); dieses Kriechen muß auf die Schleimhaut im höchsten Grade reizend wirken, so daß es Niesen beim Wirtstier hervorruft, wodurch die Larven hinausbefördert werden. Die so hinausgeniesten Larven verwandeln sich alsbald im Boden in Tönnchenpuppen. Die Puppenruhe dauert im allgemeinen rund 3—4 Wochen, bei *Phar. picta* bis 40 Tage.

Die Verbreitung der Rachenbremsen erstreckt sich über unser ganzes Faunengebiet, unabhängig davon, ob es sich um sumpfiges Gelände oder

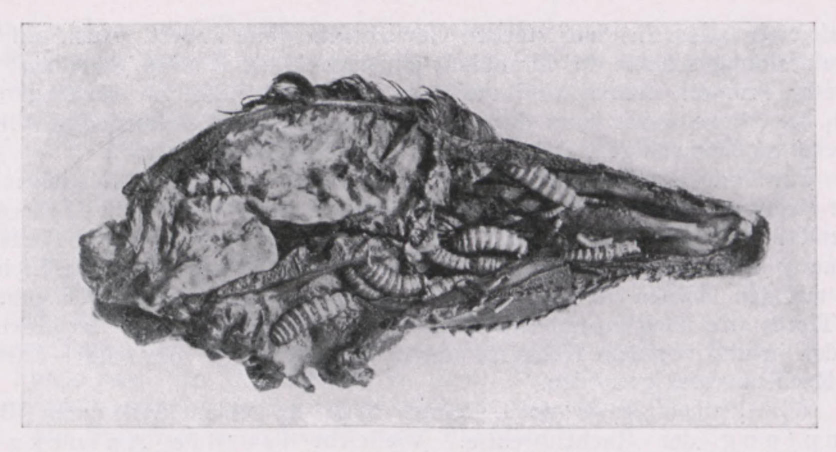


Abb. 713. Längsschnitt durch einen Rehkopf. Die Nasengänge sind vollgestopft mit Larven von *Cephenomyia stimulator*. Das Wirtstier ist an Erstickung zugrunde gegangen. Nach Ullrich

trockene sandige Dünen handelt. Die Verbreitung ist allerdings nicht gleichmäßig im ganzen Gebiet; so werden Reviere genannt, die trotz guten Wildstandes vollkommen frei von Rachenbremsen sind (z. B. bestimmte Reviere in der Mark Brandenburg und an der Nordseite des Wesergebirges).

Der Schaden, den die Rachenbremse unserer Volkswirtschaft zufügt, ist bedeutend und darf jedenfalls nicht unterschätzt werden. Alljährlich geht eine beträchtliche Zahl unseres Reh-, Elch- und Rotwildes durch die Rachenbremse ein; die Zahl kann je nach den Jahren recht verschieden sein (Trockenheit und Wärme begünstigen die Vermehrung), wie aus den bei Ullrich angeführten Listen zu ersehen ist [1]).

Nicht jeder Befall führt zum Tode. Wenn die Zahl der Larven nur gering und der Sitz der Larve günstig ist, so kann der Wirt die Krankheit überstehen, besonders wenn derselbe in einem guten Ernährungszustande sich befindet. Doch bleibt auch in solchen Fällen eine Schädigung nicht aus (durch ständige Beunruhigung der befallenen Tiere, durch Schwellung der Schleimhaut, die das Schlucken erschwert usw.),

[1]) Der Verlust an Elchen durch die Rachenbremse ist nach Möschler „wahrscheinlich größer als allgemein angenommen wird". Über die Bedeutung der Rachenbremse für den Rehbestand schreibt Gäbler: „Wenn wir uns auch hüten müssen, bei jedem Stück Fallwild, das einige Rachenbremsenlarven aufweist, diese als Todesursache anzunehmen, so glaube ich doch, daß der Schaden, der dem Rehbestand zugefügt wird, nicht unwesentlich ist; denn selbst wenn zu manchen Zeiten die Todesfälle gering sind, so muß man doch auch den Ausfall an Wildbret berücksichtigen, der durch die Gewichtsabnahme der befallenen Tiere eintritt." So hatten nach Ullrich zehn in der Schorfheide geschossene, befallene Böcke nur ein Gewicht von $5^1/_2$—6 kg, während gesunde Böcke in dieser Gegend $12^1/_2$—30 kg wogen. Gäbler macht ferner darauf aufmerksam, daß in den von ihm beobachteten Fällen häufig der Rachenbremsenbefall mit anderen Krankheiten verbunden war, wie vor allem mit Magen- und Lungenwurmbefall. Wenn hier auch nicht einwandfrei festgestellt werden konnte, ob der Rachenbremsenbefall allein ausgereicht hätte, die Tiere zu töten, so besteht doch zum mindesten alle Wahrscheinlichkeit, daß derselbe den Tod mit herbeigeführt hat.

die sich vor allem in einer starken Gewichtsabnahme äußert. Auch auf die Geweihbildung scheint die Krankheit einen gewissen Einfluß zu haben; die Geweihe kranker Stücke sind meist sehr schlecht oder gar nicht gefegt. Auch die Fliege selbst kann durch ihr ständiges Umschwärmen des Wildes letzteres so beunruhigen, daß es kaum mehr zum Äsen kommt.

Der Tod der schwerbefallenen Tiere erfolgt meist durch Ersticken infolge Ansammlung der zahlreichen Larven im Kehlkopf. Ullrich gibt folgendes Bild von einem Stück Rotwild, das verendet in einer Kiefernschonung lag: „Vor- und Hinterbeine waren stark zerschunden, die Lichter weit aus den Höhlen getreten. Der Boden war in der nächsten Umgebung des Tieres wie nach einem schweren Kampf aufgewühlt. Bei der Sektion wurden in und vor dem Kehlkopf rund 50 Stück bis 30 mm langer Larven der Rachenbremse gefunden."

Wir kennen heute noch keinen Weg zu einer wirksamen Bekämpfung der Rachenbremse. Vielleicht ist die Anlockung der legereifen Weibchen durch Gerüche aussichtsreich. Die Renntierlappen sollen gute Erfolge mit Auslegen frischer Wilddecken erzielen. Die Beseitigung des Fallwildes ist unbedingt geboten, da die reifen Larven dieses sofort verlassen, um sich in der Nähe zu verpuppen; tiefes Umgraben der Fundstelle und Übergießen mit starker Kalkbrühe. Vogelschutz. Schutz des Dachses; eventuell Schweineeintrieb.

Literatur

über Oestridae

Brauer, Fr., 1858, Die Oestriden des Hochwildes. Verh. Zool. bot. Ges. Wien.
— — 1863, Monographie der Oestriden. Wien.
Eichler, W., 1938, Über Dassellarven vom Elch (*Alces alces* L.). Z. Parasitenkde. *10*, 549—552.
Gäbler, H., 1939, Beobachtungen über die Rehrachenbremse *Cephenomyia stimulator* L. Tharandt. Forstl. Jahrb. *90*, 794—801.
Hoffmann, 1907, Über Rachenbremsen. Vortrag gehalten im Rhein. Jagdschutzverein zu St. Goar am 6. Juli 1907 (als Manuskript gedruckt).
Lindner, E., Die Fliegen der paläarktischen Region, Bd. I.
Martini, E., 1923, siehe oben S. 513.
Möschler, A., Beobachtungen über die Lebensweise und die Schädlichkeit der Elchbremse, *Cephenomyia ulrichii* Brauer, auf der Kurischen Nehrung. Z. f. Parasitenkde. *7*, S. 574.
Olt, A., und Ströse, A., 1914, Die Wildkrankheiten und ihre Bekämpfung. Neudamm.
Ullrich, H., 1935, Über das Vorkommen der Rachenbremse beim Damwild (*Cephenomyia multispinosa* spec. nov.). Zool. Anz. *111*, Heft 1/2.
— — 1936 a, Untersuchungen über die Biologie der Rachenbremse (Genus *Cephenomyia* Latr.). Diss. Neudamm.
— — 1936 b, Über die Dasselfliege des Elches, *Hypoderma alcis* nov. spec. Dtsch. tierärztl. Wsch. 577—579.
— — 1937, Die Parasitenfauna unseres Elches. Deutsche Jagd Nr. 40 (1. Jan.).

3. Gruppe

Pupipara, Lausfliegen

In der letzten Gruppe der Cyclorhaphen, den Pupipara (s. oben S. 513) fassen wir eine sehr auffallende Gruppe von Fliegen zusammen, deren Habitus von der ectoparasitischen Lebensweise bestimmt ist. Die meist langen Beine mit den gut entwickelten Klauen

stellen Organe zum Festklammern auf den Wirten dar. Die Flügel treten an Bedeutung zurück; meist fehlen sie ganz, und wo sie vorhanden, werden sie in vielen Fällen abgeworfen, nachdem die Fliegen kopuliert und auf einem geeigneten Wirt sich festgesetzt haben.

Eine Haupteigentümlichkeit der Lausfliegen besteht darin, daß sie vollentwickelte Larven ablegen. In den beiden aus je nur 1 Eiröhre bestehenden Ovarien reift abwechselnd immer nur ein Ei heran, das, nachdem es befruchtet, in die Vagina herabsteigt, um sich hier zur Larve zu entwickeln. Auch die ganze Larvenentwicklung geschieht hier, wobei das Nährmaterial von paarigen verästelten Drüsen (sogenannten „Milchdrüsen") geliefert wird. Die Larve, immer nur je eine, wird also vollentwickelt auf den Wirt abgelegt, wo sie sich dann in kurzer Zeit in die Puppe bzw. das Tönnchen verwandelt. Der Name *Pupipara* „Puppengebärende", ist also nicht ganz wörtlich zu nehmen.

Die Pupipara zerfallen in zwei Familien [1]:

1. Fam. Hippoboscidae

Körper von hornig lederiger Beschaffenheit. Thorax mit normal entwickeltem, chitinigem Mesonotum, Kopf vorne dem Thorax ansitzend, wenig beweglich, nicht zurückschlagbar. Flügel vorhanden (dauernd oder nur zeitweise) oder ganz fehlend.

Die *Hippoboscidae*, die die eigentlichen Lausfliegen darstellen, parasitieren sowohl auf Säugetieren als auch auf Vögeln; gelegentlich belästigen sie auch den Menschen. Auch kommt es vor, daß sie sich gegenseitig das gesaugte Blut abzapfen. Als die bekanntesten Vertreter dieser Familie seien genannt: die Pferdelausfliege Hippobosca equina L. (auf Pferden), die Schaflausfliege Melophagus ovinus L. (auf Schafen), die Hirschlausfliege Lipoptena cervi L. (auf Hirsch und Reh) und die gemeine Vogellausfliege Ornithomyia avicularia L. (auf Vögeln, auch auf dem Rebhuhn und Fasan).

Dem Forstmann begegnet am meisten

Lipoptena cervi L. (Hirschlausfliege).

Diese flachgedrückte, etwa 4 mm lange, lederartige Fliege entschlüpft der Puppe geflügelt (Abb. 714 A); treibt sich dann fliegend im Walde umher, wo sie bisweilen auch den Menschen anfliegt, in dessen Haar und Bart sich anklammernd [2]). Nach erfolgter Begattung geht sie

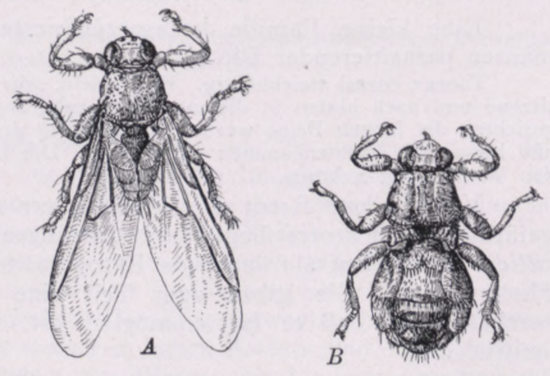


Abb. 714. **Hirschlaus, *Lipoptena cervi* L.: A geflügelte, B nach Abwurf der Flügel** (6/1)

[1]) Manche Autoren (z. B. Jmms) stellen auch die *Braulidae* wegen ihres parasitischen Anpassungshabitus zu den *Pupipara*. Ich konnte mich jedoch trotz der praktischen Gründe, aus systematischem Gefühl heraus, nicht dazu entschließen, um so weniger als die Brauliden neuerdings als ovipare Fliegen festgestellt sind (s. oben S. 628).

[2]) Das Anfliegen des Menschen erfolgt besonders bei schwülem Wetter (Gewitterstimmung). Jäger werden in wildreicher Gegend oft von der Lausfliege gestochen, die sich in einigen Minuten mit Blut vollsaugt (Eichler, 1939).

auf unsere Hirscharten über und (Abb. 714 B) wirft ihre Flügel bis auf ganz kurze gezackte Stummeln ab. Auf erlegtem Rot-, Dam- und Rehwild sind die ♀♀ oft zu Hunderten vorhanden, den zerwirkenden Jäger belästigend.

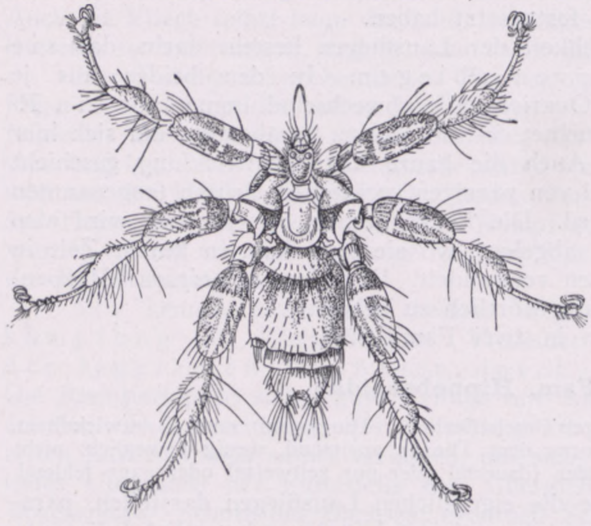


Abb 715. Eine Nycteribiide (*Penicillidia natteri* Kol.), ektoparasitisch auf Fledermäusen lebend (10/1). Nach Kolenali

Die kleinen, glänzend schwarzen, samenkörnerähnlichen Tönnchen, die sich kurz nachdem die Larven den Mutterleib verlassen haben, bilden, liegen dann häufig zwischen den langen Haaren; sie kleben aber nicht fest, so daß man sie, namentlich bei Schnee, oft im Bett des Wildes findet.

Auch auf dem Elch kommt eine Lausfliege vor, die etwas größer und dunkler gefärbt ist als *L. cervi*. Dieselbe wurde als besondere Varietät, *L. cervi* var. *alcis* Schnabl. bzw. var. *obscura* Rörig beschrieben. Nach Eichler (1938, S. 551) ist jedoch die Sonderung der auf dem Elch lebenden Lausfliege als Varietät von *L. cervi* oder gar als besondere Art (wie es Olt und Ströse wollen) nicht berechtigt.

2. Fam. Nycteribiidae

Eine kleine Familie hochspezialisierter, ausschließlich auf Fledermäusen parasitierender Dipteren.

Thorax dorsal weichhäutig. Kopf klein, sehr beweglich, dem Thorax oben aufsitzend und nach hinten in die mediane Grube zurückschlagbar. Hüften nach oben gerichtet, die langen Beine werden spinnenartig getragen. Flügel fehlen. An Brust und Bauch mit Borstenkämmen (Abb. 715). Die Larven werden erst ganz kurz vor der Verpuppung geboren.

Verschiedene Arten dieser meist nur 2,5—4,5 mm langen ledergelb gefärbten Schmarotzerfliegen der Gattungen *Nycteribia* Latr. und *Penicillidia* Kol. leben als dauernde Ektoparasiten im Pelz von verschiedenen Fledermäusen. Sie haben zum Teil eine so harte und zähe Körperbeschaffenheit, daß es fast unmöglich ist, sie zwischen den Fingern zu zerdrücken.

Literatur

über Pupipara

Bezzi, M., 1905, *Diptera pupipara*. Katalog der paläarktischen Dipteren Bd. *4*, 273—292.

Eichler, W., 1938, Über Dassellarven vom Elch (*Alces alces* L.). Z. Parasitenkde. *10*, 551

— — 1939, Deutsche Lausfliegen, ihre Lebensweise und ihre hygienische Bedeutung. Z. f. hygien. Zool. u. Schädlingsbek. S. 210—226.

Falcoz, L., 1926, Diptères pupipares. Faune de France 14. (Enthält ein nahezu vollständiges Literaturverzeichnis.)

Massonat, E., 1909, Contribution à l'étude des Pupipares. Ann. de l'Univ. Lyon No. *128*.
Olt, A., u. Ströse, A., 1914, Die Wildkrankheiten und ihre Bekämpfung. Neudamm.
Schneider-Orelli, O., 1937, Über die Alpenseglerparasiten *Crataerina melbae* Rond. u. *Cr. pallida* Latr. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *17*, 4—20.
Speiser, P., 1899, Über Hippobosciden. Wien. Ent. Ztg. *18*.
— — 1900, Über Nycteribiiden. Arch. Naturg. *67*.
— — 1908, Die geographische Verbreitung der *Diptera pupipara* und ihre Phylogenie. Z. f. wiss. Insekten-Biol. *4*.
Ullrich, H., 1937, Die Parasitenfauna des Elches. „Deutsche Jagd" Nr. 40.

Nachträge

Funktion der Cenchri am Thorax der Blattwespen (S. 9)

Mallach, N., Über Bau und Funktion der Cenchri am Tenthrediniden-Thorax. Dissertation Berlin 1936.

Die Cenchri („Rückenkörnchen") stellen nach Mallach in Verbindung mit dem Dornenfeld auf dem Analfeld der Vorderflügel eine Verankerungsvorrichtung für die Ruhelage dar, also nicht Orientierungsorgane, wie Seite 9 angegeben ist. Die Verankerung geschieht automatisch und entlastet die Flügelmuskulatur.

Acantholyda erythrocephala L. (S. 45—48)

Schwerdtfeger, F., Zur Kenntnis der Kiefernschonungsgespinstblattwespe (Acantholyda erythrocephala L.). Zeitschrift für angewandte Entomologie XXVIII, 1941.
— — Bekämpfung und Prognose der Kiefernschonungsgespinstblattwespe (Acantholyda erythrocephala L.). Forstarchiv 17, 1941, 57—61.

Bionomie

Das Geschlechterverhältnis der Wespen war im Gegensatz zu den Angaben von Sajo wie 1 : 1. Die Aktivität der Imagines ist stark von der Temperatur beeinflußt: Während die Wespen in den kühlen Tagesstunden still an den benadelten Trieben zwischen den Nadeln in der Nähe der Triebknospen, zuweilen auch an den Spitzenknospen saßen, begannen sie, besonders die Männchen, bei zunehmender Erwärmung hin und her zu laufen und schließlich lebhaft zu schwärmen. Die Flüge bewegten sich bei warmem Sonnenschein bis zur Höhe der etwa 1 m hohen Kiefern und etwas darüber. Die Kiefern waren um so stärker von Wespen besetzt oder umschwärmt, je dichter ihre Benadelung war. Die Männchen suchten die Weibchen zur Begattung. Letztere waren spröde, wehrten vielfach die Männchen ab oder liefen ihnen davon. Die Kopula war kurz. 3 im Laboratorium erzogene Weibchen produzierten im Mittel je 35 Eier. Die Lebensdauer der Wespen betrug bei einer Temperatur von 15 ° C im männlichen Geschlecht 11—16, im weiblichen 18 Tage.

Bei der Eiablage, die 1940 etwa am 3. Mai einsetzte, wurden die mittleren Kronenteile der etwa 1,25 m hohen Kiefern bevorzugt. Die ab-

gelegten Eizeilen waren auffallend kurz. Einzelablagen überwogen. Als vorläufige Formel für die Dauer des Eistadiums konnte die Hyperbel T x (t — 7,5) = 152,5 errechnet werden. Während der Embryonalentwicklung nahm das Ei hauptsächlich an Breite, weniger an Länge zu. Die Mortalität betrug im Freiland etwa 5 %. Die ersten Larven wurden 1940 am 25. Mai gefunden, am 3. Juni war die Masse der Larven geschlüpft. Der Hauptfraß dauerte etwa vom 17. bis 27. Juni. Vom 20. Juni ab begannen die Larven in den Boden zu gehen. Die Fraßzeit der Larven dauerte zwischen dem Schlüpfen aus dem Ei und dem Abwandern in den Boden bei einer Lufttemperatur von etwa 20 ° C 14—23, im Mittel 20 Tage. Die Larven durchlaufen wahrscheinlich im männlichen Geschlecht 5, im weiblichen 6 Häutungsstadien, deren Kopfkapselbreiten ermittelt wurden. Als Sterblichkeitserreger wurden Wanzen, der Puppenräuber, die Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes* Grav. und die Tachine *Exorista aberrans* Rond. beobachtet.

Im Boden wurden die Larven in 5—11 cm Tiefe dicht um den Stammfuß der Fraßkiefern gefunden. Die sich im nächsten Frühjahr entwickelnden Pronymphen sind bereits frühzeitig von den überliegenden Eonymphen durch die im August auftretenden Puppenaugen zu unterscheiden.

Die Dauer des Puppenstadiums in Abhängigkeit von der Temperatur entspricht der Hyperbel T x (t — 5) = 96.

Die bisherige Annahme einer einjährigen Generationsdauer trifft nicht allgemein zu. (Soweit noch laufende unveröffentlichte Untersuchungen bereits Schlüsse zulassen, kann mit ein-, zwei- und dreijähriger Generationsdauer gerechnet werden.)

Gradation und forstliche Bedeutung

Acantholyda erythrocephala hat sich auf riesigen von Forleulenfraß 1923/24 stammenden Kiefernkulturen und Dickungsflächen des Forstamts Waitze (bei Schwerin/Warthe) und seiner Nachbarreviere zu einem sehr ernst zu nehmenden Großschädling entwickelt. Die seit 1937 beobachtete Gradation umfaßte in den ersten beiden Jahren etwa 220 ha, 1939 dagegen 1840 ha und 1940 bereits 2150 ha (nach zur Zeit — 25. Mai 1941 — vorliegenden Meldungen hat sich die Befallsfläche während des Fluges 1941 wiederum stark vergrößert, so daß im Juni 1941 voraussichtlich auf 3500 ha eine Bestäubung stattfinden muß). Die Larven verzehren zunächst die Altnadeln, gehen dann aber im Gegensatz zu allen bisherigen Literaturangaben auf Maitriebe über und befressen sie bei starkem Befall derart, daß sie einschließlich Spitzenknospen absterben. Die Maitriebrinde wird platzförmig befressen. Die in dem genannten Gebiet angerichteten Schäden sind derart groß, daß sich die Forstverwaltung zu einer Großbekämpfung entschloß, obwohl die eigenartigen Generationsverhältnisse eine Wiederholung der Bestäubung im nächsten und übernächsten Jahr erforderlich machen.

Prognose und Bekämpfung

Die Prognose erfolgt auf Grund von Probesuchen nach Larven im Boden und nach Eiern. Die Larvensuchen werden in der Zeit von Dezember bis März auf kreisförmigen Flächen um den Stammfuß mittelgroßer Kiefern mit einem Radius von 55 cm bis zu einer Tiefe von 15 cm durchgeführt. Damit wird der Larvenbesatz je Kiefer und Quadratmeter gewonnen. Die Eisuchen werden nach beendeter Eiablage in der gleichen

Weise wie sie für Forleule und Kiefernspanner üblich sind (vergleiche Schwerdtfeger, F.: Prognose und Bekämpfung forstlicher Großschädlinge, Reichsnährstand-Verlag, Berlin, erscheint 1941) vorgenommen. Als Bekämpfungsmaßnahme hat sich Bestäubung mit arsenhaltigen Fraßgiften bewährt.

Diprion (Lophyrus) pini L. (S. 107—114)

Über die Bionomie und Gradologie von *Diprion pini* L. sind im letzten Jahr eine Anzahl von Arbeiten veröffentlicht worden von Thalenhorst und Schimitschek, die manche Ergänzungen zu meinen obigen Ausführungen enthalten.

Thalenhorst, W., Zur Prognose des Schadauftretens von *Diprion pini* L. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen Bd. 79, 1941, im Druck.

— — Der Zusammenbruch einer Massenvermehrung von *Diprion pini* L. Zeitschrift für angewandte Entomologie Bd. 28, 1941, im Druck.

— — Probesuchen nach Kokons der Kiefernbuschhornblattwespe. Merkblatt Nr. 3 des Instituts für Waldschutz der Preuß. Versuchsanstalt für Waldwirtschaft. Eberswalde 1941.

— — Probesuchen nach Eiern der Kiefernbuschhornblattwespe. Merkblatt Nr. 4 des Instituts für Waldschutz der Preuß. Versuchsanstalt für Waldschutz. Eberswalde 1941

Biologische Beobachtungen

Während der Massenvermehrung 1939/40 in mehreren Forstämtern des Reg.-Bez. Potsdam lag ein beträchtlicher Anteil der überwinternden Kokons frei auf der Bodenoberfläche. Die in diesen Kokons vorhandenen gesunden Individuen waren fast ausschließlich schlüpfbereit. Die unterirdisch liegenden Kokons konzentrierten sich um den Stammfuß und drängten sich zum Teil fast traubenförmig in Rindenritzen. Die in ihnen enthaltenen gesunden Vorpuppen überlagen durchweg.

Die Wespen der Wintergeneration erschienen in zwei Flügen (erster Anfang Mai, zweiter Mitte bis Ende Juni). Der zweite Flug wurde durch erneute Parasitierung der bis Juni überliegenden Kokons durch die Ende April bis Anfang Mai schlüpfenden ♀♀ von *Microcryptus basizonius* Grav. u. a. fast völlig unterdrückt.

Verlauf der Retrogradation

Der Rückgang der Massenvermehrung wurde im allgemeinen während der 1. Generation 1940 durch Raupenkrankheiten, Räuber und Eiparasiten eingeleitet (in der Reihenfolge ihrer Bedeutung angeführt). Die Vermehrungspotenz des Schädlings erfuhr demgegenüber während dieser Zeit wahrscheinlich noch eine (allerdings nicht statistisch gesicherte) Zunahme, die einen Einfluß nichtoptimaler abiotischer Faktoren auf die Retrogradation ausschließt. Der endgültige Zusammenbruch erfolgte im Eistadium der 2. Generation 1940/41 durch eine Massenvermehrung der Eiparasiten (*Achrysocharella ruforum* Krauße und *Tetracampe diprioni* Ferrière) unter Mitwirkung räuberischer Wanzen (*Reduviolus rugosus* L. beobachtet).

Die Mortalität im Kokonstadium spielte im Rahmen der Gesamtmortalität nur eine untergeordnete Rolle.

Außer den bekannten Sterblichkeitsfaktoren wurde Vertrocknung von Puppen in den frei auf der Bodenoberfläche liegenden Kokons durch langandauernde Sonneneinstrahlung im April festgestellt.

Die Auffassung, daß die Gradationen von *Diprion pini* L. wenigstens in überwiegendem Maße durch biotische Faktoren beendet werden, dürfte nunmehr endgültig bestätigt sein. Die Massenvermehrung der Blattwespe kann sich auch innerhalb eng begrenzter Gebiete zu gleicher Zeit in verschiedenen Phasen befinden, wobei der Kulminationspunkt der Massenvermehrung, von einem oder mehreren Entstehungszentren ausgehend, zentrifugal wandert.

Prognose

Die Prognose zerfällt (analog der Prognose für andere forstliche Großschädlinge) in Kokon- und Eisuchen.

Kokonsuchen. Trotz der ungleichmäßigen Verteilung der Kokons (s. o.) kann das Probesuchen im Winter in der bisherigen Form (1mal 5 m, einen Stammfuß umfassend) auch für *D. pini* L. beibehalten werden, da die vorhandene Population mit befriedigender Sicherheit erfaßt wird. Im Sommer sind Probefällungen von Stämmen notwendig, da die Larven der 1. Generation sich in den Kronen einspinnen. Bei der Untersuchung der Kokons auf den Gesundheitszustand sind außer parasitierten, kranken oder leeren Exemplaren solche auszuscheiden, die Eonymphen (überliegend) enthalten. Bei der Voraussage sind ♀-Anteil und Eiproduktion in Rechnung zu stellen, die allerdings nicht unbedingt sicher auf Grund von Kokonmessungen bestimmt werden können. Will man sich mit einer Überschlagsrechnung begnügen, müssen ♀-Anteil und Eiproduktion in Zuchtversuchen (Treiben der Kokons bei höheren Temperaturen) festgestellt werden.

Als kritische Kokonzahl werden vorläufig angesetzt (wobei die Grenze absichtlich niedrig gezogen worden ist):

Winter: 12 Kokons/qm, bzw. sicherer: 6 schlüpfbereite ♀♀/qm;

Sommer: 1/50 der kritischen Eizahl (s. u.).

Eisuchen. Die endgültige Prognose erfolgt an Hand von Eisuchen, die wieder in ähnlicher Weise wie bei Forleule oder Kiefernspanner durchzuführen sind. Angesichts der Art der Eiablage ist eine Auszählung der Eier schwierig und wird durch Messung der Eizeilenlänge und Umrechnung auf die Eizahl (Eizahl = Eizeilenlänge in Millimeter mal 0,6) ersetzt. Bei Untersuchung auf den Gesundheitszustand ist auf parasitierte Eier (im frühen Stadium durch Auftreten von schwarzen „Einschlußkörpern", später durch einen schwarzen, wie Stiefelwichse glänzenden „Rückenstreifen" gekennzeichnet) und vertrocknete, d. h. wahrscheinlich durchweg von Wanzen ausgesogene Eier zu achten. Die kritische Eizahl wird vorläufig auf die doppelte kritische Eizahl des Kiefernspanners angesetzt und beträgt:

Ertragsklasse	Alter des Bestandes in Jahren				
	21—40	41—60	61—80	81—100	101—120
II./III. und III. . .	5000	10 600	16 200	21 600	26 800
III./IV. und IV. . .	2600	7 200	11 400	15 600	20 000
IV./V. und V. . . .	1200	3 800	6 600	9 600	12 200

Da die Kiefer jedoch auch Kahlfraß durch die Blattwespe in den meisten Fällen übersteht, darf die kritische Zahl nicht schematisch angewendet werden.

* *
*

Schimitschek, E., Die Übervermehrung von *Diprion pini* im westslowakischen Kieferngebiet. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 51, 1941, S. 257—278.

Die Beobachtungen Schimitscheks betrafen eine Massenvermehrung von *Diprion pini* L. (und auch von *Diprion sertifer* Geoffr.), die im Jahre 1939 im westslowakischen Kieferngebiet in großen Ausmaßen auftrat, und zwar in Kiefernwaldungen, die auf ursprünglichem Laubholzstand stocken. Die Umwandlung der Laubholzgesellschaften in reine große Kiefernwald-Gesellschaften dürfte wohl ursprünglich zu dieser Gradation beigetragen haben.

Der Hundertsatz der gesunden *D. pini*-Eonymphen im Frühjahr 1940 war um so größer je schlechter die Bodenverhältnisse des Standortes waren. Auf besseren Böden war die Verpilzung der Kokons zahlenmäßig erheblicher als auf armen Sandböden. Die erste Flugzeit im Mai unterblieb praktisch fast gänzlich. Die *pini*-Bevölkerung überlag fast ganz, mindestens bis Ende August, Anfang September, was zu einer gewaltigen Dezimierung führte. Die Bevölkerungsdichte der gesunden *pini* je Quadratmeter Boden war in den untersuchten Beständen von April bis August um 88—90 % abgesunken. Die Parasitierung war von 16—50 % gestiegen, woran 12 Schlupfwespen und 5 Tachinenarten beteiligt waren. Als Hauptparasiten traten *Sturmia inconspicua* und *Spilocryptus cimbicis* auf, in ungefähr gleicher Häufigkeit, sodann folgte *Exenterus marginatorius*.

Pachynematus scutellatus Htg. (S. 177)

Gäbler, H., Vermehrtes Auftreten von *Pachynematus scutellatus* Htg. Ctrbl. f. d. ges. Forstwesen 91, 1940, S. 646—686.

In Sachsen trat in den letzten Jahren *Pachynematus scutellatus* häufiger auf, meist gemeinsam mit *Lygaeonematus abietum* Htg. Durchschnittlich etwa 10 % der gesammelten Kokons entfielen auf *scutellatus*. An manchen Stellen war der Prozentsatz ein wesentlich höherer (20—30 %). Besonders im Altholz wurden umfangreiche Fraßschäden durch *scutellatus* beobachtet.

* *
*

Weitere Literatur über Blattwespen.

Gäbler, H., 1940 a, Prüfung neuer Bestäubungsmittel gegen Nonne und *Nematus* im Laboratoriumsversuch. Thar. Forstl. Jahrb. 91, S. 94—112.

— — 1940 b, Die Kleine Fichtenblattwespe, *Lygaeonematus pini* Retz. *(Nematus abietinus* Christ.), ihre Prognose und die Aussichten für ihre Bekämpfung. Ebenda S. 646—686.

Kangas, E., 1941, Beitrag zur Biologie und Gradation von *Diprion sertifer* Geoffr. *(Hym., Tenthredinidae)*. Annales Ent. Fennici 7, 1—30.

Lovászy, Peter, 1940, Über die Parasiten der rotgelben Kiefernbuschhornblattwespe *(Diprion sertifer* Geoffr.). Annales Ent. Fennici 6, S. 62—66.

Schlupfwespen

Im Literaturverzeichnis über „Schlupfwespen" ist nachzutragen:

Stadler, H., Mitteilungen der Sammelstelle für Schmarotzerbestimmung des V. D. E. V. I—XV. Entom. Zeitschrift.

In diesen Mitteilungen wird laufend berichtet über die von den Mitgliedern des genannten Verbandes gezogenen Schmarotzer (auch Tachinen). Es finden sich darin eine Reihe auch für den Forstentomologen interessanter Angaben.

Thalenhorst, W., 1941, Die Temperatur-Entwicklungsfunktion von *Microcryptus basizonius* Grav. (Hym., Ichn.). Anzeiger für Schädlingskunde 17.

Megastigmus (S. 353—363)

Wolff, M., und Jenß, O., Zur *Megastigmus*-Frage. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 73, 1941, S. 113—136.

Es wird zunächst eine erschöpfende Übersicht über die Wirtskoniferen der verschiedenen *Megastigmus*-Arten gegeben, wodurch die oben (S. 353) angeführte Liste ergänzt und vervollkommnet wird. Sodann folgen Angaben über Biologie, forstliche Bedeutung und Bekämpfung.

Die Feststellung des *Megastigmus*-Befalls ist sehr schwierig, da die Körner, solange sie von irgendeinem Stadium der Samenwespe besetzt sind, genau soviel wiegen wie die intakt gebliebenen. Das Gewicht ändert sich erst, wenn die Wespen ausgeschlüpft sind. Dann ist es aber das einfachste, die durch die großen runden Schlüpflöcher markierten Körner auszuzählen. Eine weitere Schwierigkeit, den Hundertsatz des Befalls zu erfahren, liegt darin, daß die Entwicklungsdauer infolge Überliegen sehr verschieden sein kann, nicht nur nach den einzelnen Arten, sondern auch individuell.

Die unregelmäßigen Schlüpftermine bedingen natürlich, daß keineswegs alle Weibchen zu dem für die Eiablage günstigsten Zeitabschnitt erscheinen. Manche kommen zu früh, manche zu spät zum Vorschein, d. h. entweder vor oder nach der Blütezeit der Wirte, zu welcher allein die Eiablage erfolgen kann. So verstehen wir, daß die prozentuale Stärke der Parasitierung Schwankungen von ganz erheblichem Ausmaß unterliegen kann.

Bezüglich der Bekämpfung wird auf die oben (S. 362) angeführten Methoden Bezug genommen und dann noch folgender Vorschlag hinzugefügt: „Falls technisch ausführbar, würde viel gewonnen sein, wenn *Megastigmus*-verseuchter Samen stets erst dann zur Aussaat gelangt, wenn die Blüte des Wirtes beendet ist. Das sollte doch wohl beispielsweise bei der Douglasie möglich sein, und würde verhüten, daß ausfliegende Wespen in benachbarte mannbare Douglasienhorste gelangen und dort die Blüten belegen können. Denn schon die jungen Zapfen, etwa Ende Juni, sind immun."

Formica rufa L. (S. 440—463)

Gößwald, K., Rassenstudien an der roten Waldameise, *Formica rufa* L., auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage. Ztschr. f. ang. Ent. 28, 1941, S. 62—124.

Es werden die 3 Waldameisenarten *Formica rufa rufa, F. rufa rufo-pratensis minor* und *F. rufa rufo-pratensis major* mit großer Genauigkeit nach ihren morphologischen, ökologischen und biologischen Merkmalen gekennzeichnet, so daß die Trennung heute keine Schwierigkeiten mehr macht. Die beistehende Tabelle gibt am besten die Unterschiede wieder.

Einige von den Unterschieden sind von großer praktischer Bedeutung, so z. B. die verschiedene Fruchtbarkeit, Lebensdauer, ökologische Verbreitung der Rassen. Als Folge ergibt sich die Notwendigkeit, derartige Unterschiede bei der künstlichen Vermehrung zu berücksichtigen. Die Ursache des Mißlingens vieler bisheriger Vermehrungsversuche wird aufgeklärt und ganz neue Wege zum Masseneinsatz des nützlichen Raubinsektes werden gewiesen.

Für die Zukunft ergeben sich weitere wichtige Aufgaben. So z. B. die Untersuchung, ob Kreuzungen der Rassen möglich sind, als nächstes Auslese bzw. Zucht von Stämmen, die besonders erfolgreich sind im Kampf gegen die Forstschädlinge. Die Möglichkeiten sind noch längst nicht alle erschöpft.

Durch praktische Versuche wurde bereits die Möglichkeit der Massenvermehrung der roten Waldameise bewiesen. „Es bleibt zu wünschen übrig", schreibt Gößwald am Schluß seiner sehr verdienstvollen Arbeit, „daß die Forstwirtschaft von dieser Möglichkeit, die von Schädlingen bedrohten Wälder auf natürlicher Grundlage wirksam und billig zu schützen, reichlich Gebrauch macht. Der Einsatz der roten Waldameise ist deshalb so bedeutungsvoll, weil er nicht allein eine Bekämpfungsmethode der Schädlinge darstellt, sondern vor allem vorbeugend die Massenvermehrung der Schädlinge unterdrückt. Neben der Rückkehr zum natürlicheren Mischwald stellt die Vermehrung der roten Waldameise die wichtigste Maßnahme zur Wiedergesundung des Waldorganismus dar.

	Formica rufa rufa	F. rufa rufo-pratensis minor	F. rufa rufo-pratensis major
Größe der Weibchen	6—9 mm	4—7 mm	5—8 mm
Größe der Arbeiterin	10—11 mm	9—10 mm	9—10,5 mm
Thorax-Farbe der großen u. mittleren ☿	reinrot oder dunkler Fleck auf Pronotum	dunkler Fleck auf Pronotum und Mesonotum zusammenhängend	dunkler Fleck auf Pro- oder Pro- und Mesonotum übergehend
Augen	unbehaart	unbehaart, selten ganz schwach behaart	unbehaart, selten ganz schwach behaart
Zahl der ☿ je Liter	30 000	65 000	45 000
Zahl der ♀ je Nest	1	200—5000	bis 20
Eiablage je ♀ und Tag	300	10	30
Eiablage von ☿	sehr häufig	nicht beobachtet	selten
Zahl der Eiröhren beim ♀	110—135 paarig	61—65 paarig	80—85 paarig
Zahl der Eiröhren bei den ☿	3—9 paarig	0—3 paarig	bis 4 paarig
Zahl der Nester 1 Kolonie	1	bis 100	bis 20
Größe der Nester	sehr groß	klein bis mäßig groß	sehr groß
Form der Nester	Steilkuppel	vorwiegend flach	flach—mittel—steil
Zweigkolonienbildung	keine	in der Regel	gelegentlich
Verhalten der ☿ gegen junge begattete ♀ der eigenen Kolonie	♀ werden getötet	nicht getötet	teilweise getötet
☿-Puppen-Aufzucht im Jahr je Nest	36 000	240 000—2 000 000	80 000
Wohndichte im Nest	mäßig	sehr dicht	mittel
Lebensalter der ☿	lang	kurz	mittel
Parasiten und Räuber im Nest	wenig	sehr viel	mäßig viel
Einfluß der Puppenentnahme	vernichtend	schädigend	stark schädigend
Für künstliche Ableger erforderlich	1—3 ♀, 50 000 ☿	50—1000 ♀, 2 mal 50 000 ☿	20—50 ♀, 50 000 ☿
Standort (vorwiegend)	Laub-, Nadel- und Mischwald	Nadelwald	Nadelwald
Besonnung (alter Nester)	mäßig	gut	mittel

* * *

Weitere Arbeiten über Ameisen erschienen nach Drucklegung des betreffenden Abschnittes:

Gößwald, K., 1940 a, Beobachtungen über den Schutz eines Kiefernbestandes vor der Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion (Lophyrus) pini* L. durch die rote Waldameise. Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen 72.
— — 1940 b, Schutz der roten Waldameise. Naturschutz 21.
— — 1940 c, Die Massenzucht von Königinnen der roten Waldameise im Laboratorium. Mitt. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft S. 283—291.
— — 1940 d, Die Weiterentwicklung künstlicher Nester der roten Waldameise. Ebenda S. 292—293.
— — 1941 a, Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen II. Ztschr. f. wiss. Zoologie (A) *154*, S. 247—344.
— — 1941 b, Unterschiede im Jagdinstinkt bei den Waldameisenrassen. Forstw. Ctrbl. *63*, S. 140—143.
— — 1941 c, Ist nun die rote Waldameise nützlich oder schädlich. Anz. f. Schädlingskunde *17*, S. 1—2.

Plemeliella abietina Seitn. (S. 566—568)

Wolff, M., und Jenß, O., Zur *Plemeliella*-Frage, in: Zur *Megastigmus*-Frage. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 73, 1941, S. 132—136.

Nach den beiden Autoren kann der Verlust durch die genannte Gallmücke einen hohen Prozentsatz erreichen. Je nach der Bodenerwärmung schlüpfen die Mücken Mitte Februar oder erst von Ende März ab aus. Die letzten Mücken werden in der Regel im ersten Aprildrittel zum Vorschein kommen. Es sei ziemlich unwahrscheinlich, daß die frühschlüpfenden Mücken sich fortpflanzen können. Sie werden wohl den Unbilden des Wetters zum Opfer fallen. Erst die normal oder spätschlüpfenden Mücken werden sich fortpflanzen können. Die Larven sind, obwohl sie durch die stehengebliebene Samenhaut geschützt sind, sehr empfindlich gegen Trockenheit, viel empfindlicher als ihre Schmarotzer. „Bei sachgemäßer und intensiver Ausführung der Zapfenernte, des Ausklengens und der Kornsortierung und bei trockener Lagerung der Samen nützt den *Plemeliella*-Larven ihre Fähigkeit, mehrere Jahre zu überliegen, nichts. In diesen Maßnahmen liegt daher das Schwergewicht der *Plemeliella*-Bekämpfung.“

Autorenregister

T

U

V

W

Sachregister

*Die mit * bezeichneten Zahlen beziehen sich auf Abbildungen. Fettgedruckte Zahlen weisen auf die hauptsächliche Behandlung hin*

A

B

C

F

G

M

N

O

P

Q

R

S

X

Z



